

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERÍA  
MAESTRÍA EN REDES DE COMUNICACIÓN

INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

TEMA:

“Diseño de una Red de Distribución de Contenido (CDN) dentro de un Proveedor de Servicios en la ciudad de Quito”

Julia Soledad Marchán Merino

Quito – 2016

## **AUTORÍA**

Yo, Julia Soledad Marchán Merino, portador de la cédula de ciudadanía No.1715894612, declaro bajo juramento que la presente investigación es de total responsabilidad del autor, y que se he respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes. Esta investigación no contiene plagio alguno y es resultado de un trabajo serio desarrollado en su totalidad por mi persona.

## Contenido

1. Introducción .....	4
2. Justificación.....	5
3. Antecedentes .....	7
4. Objetivos .....	8
5. Desarrollo Caso de Estudio .....	9
5.1. CDN, Redes de Entrega de Contenido (Content Delivery Network).....	9
5.1.1    Arquitectura de una CDN. ....	11
5.1.2    Beneficios del CDN.....	13
5.2 Infraestructura actual del proveedor de servicios .....	13
5.2.1 Estructura física del proveedor de servicios. ....	16
5.2.2 Estructura lógica del proveedor de servicios. ....	16
5.2.3 Problemas existentes .....	17
5.3 Requerimientos del proveedor de servicios para la migración .....	18
5.3.1 Estudio de tráfico .....	20
5.4 Diseño de la red CDN .....	24
5.4.1 Diseño físico de la red CDN. ....	24
5.4.2 Diseño lógico de la red CDN. ....	25
5.4.3 Equipos adaptables para la red CDN.....	29
5.4.4 Verificación del performance de los equipos que se adapten al diseño planteado. ....	29
6. Conclusiones y Recomendaciones.....	33
6.1 Conclusiones .....	33
6.2 Recomendaciones .....	34
Bibliografía .....	35
Anexos .....	38
Anexo 1 .....	38
Especificaciones Huawei NE5000E .....	38
Anexo 2 .....	48
Especificaciones HP 5130 .....	48

## **1. Introducción**

El presente trabajo realiza un estudio para el diseño de una Red de Distribución de Contenido (CDN) basada principalmente en equipos robustos que permita brindar a los usuarios de la red actual del Proveedor de Servicios menor latencia en las conexiones a Internet más frecuentes específicamente hacia los servidores de Google, Akamai y Netflix que actualmente el proveedor de servicios posee en su Datacenter local.

Con la utilización de equipos más robustos que los que se tiene en el Proveedor de Servicios, se pretende aumentar la capacidad de transporte en el Core, para poder brindar a los usuarios una menor latencia dando prioridades al servicio de Internet que generalmente se lo tiene como el de menor esfuerzo y logrando alcanzar una mínima pérdida de información.

En el desarrollo de este proyecto se estudiará los nuevos equipos de diferentes marcas viendo cuál de todos cubren las necesidades planteadas para manejo de grandes cantidades de tráfico donde se puede proporcionar Calidad de Servicio e Ingeniería de Tráfico para los servicios que se propongan sean los prioritarios en el desarrollo de este caso de estudio.

Al finalizar el proyecto se tendrá una Red de Distribución de Contenido basada principalmente en equipos de gran capacidad y robustos, disminuyendo la latencia hacia los servidores de Caching locales y abarcando todas las necesidades de la red actual para mejorar el servicio brindado a los usuarios finales.

## **2. Justificación**

Debido al incremento del uso de redes sociales y en general al uso de Internet, se presenta una solución que permita a los usuarios de un Proveedor de Servicios puedan acceder a las páginas más utilizadas en un menor tiempo haciendo que la percepción de los usuarios sea que se está conectando a una red con mayor velocidad y estabilidad, ajustándose a las actuales demandas de conexión.

El uso del Internet ha venido generado un comportamiento creciente de tipo exponencial, debido a la oferta y la demanda de nuevos y sofisticados servicios que tienen la posibilidad de conectarse a varios dispositivos.

Con el uso de IPv6 se está combatiendo el limitado número de direcciones IPv4, esta socialización hace una mayor cantidad de equipos puedan soportar IPv6, y en su gran mayoría los dispositivos fijos y móviles ya tienen la capacidad de usar este direccionamiento, por lo que esta RED de Distribución de Contenido tendrá la opción para ser compatible para ambos direccionamientos en caso de que algún cliente así lo desee por lo que se propone tener una red Dual Stack.

Por otro lado, el tráfico generado hacia el Internet cada vez exigen mayores garantías para la conexión como son: autenticidad, seguridad, confiabilidad y movilidad, por lo que era necesario complementar en el Core de los Backbones para que se pueda brindar a los usuarios el servicio con todas las exigencias planteadas.

Actualmente en la mayoría de proveedores de Servicios, se han implementado Caching que se alojan en los Core de estos. Con esta ventaja de poseer Caching en los Core de los proveedores, al implementar una Red de Distribución de Contenido, se puede lograr un equilibrio entre los costos en que se incurren y la calidad de servicio de los usuarios finales.

En el primer capítulo se desarrollara un pequeño análisis y estudio de una Red de Entrega de Contenido, viendo su arquitectura y los servicios que sobre esta se pueden

implementar, se verificará el funcionamiento del Core del Proveedor de Servicios, sus configuraciones y requerimientos actuales para mejorar los servicios de conexión hacia el Caching local.

En el segundo capítulo se analizarán todos los requerimientos del Proveedor de Servicios para la implementación del diseño de la red CDN verificando que estos estén enfocados hacia los servidores de Caching e interconexión con los Peering locales.

En el tercer capítulo se dimensionarán los enlaces para el diseño de la red CDN en base a un análisis de tráfico para poder usar los recursos necesarios y no sobredimensionarlos.

En el cuarto capítulo se desarrollará el diseño de la red CDN en base a los requerimientos y a los recursos disponibles, logrando garantizar obtener una red escalable y que cumpla con todos los requerimientos planteados; así también se verificará una propuesta económica ajustable al diseño planteado.

### **3. Antecedentes**

El internet y las redes inalámbricas se encuentran en auge, es por esto que las personas quieren permanecer siempre conectadas, ya que por las diferentes redes sociales se puede conocer los avances en ciencia, tecnología y noticias que hacen que se tenga siempre una información de los últimos acontecimientos al instante de los sucesos.

Pero para que todas estas aplicaciones funcionen correctamente necesitan siempre de una conexión a Internet, provocando que las personas busquen permanecer siempre conectadas, y que esta conexión sea lo más rápida posible para poder aprovechar el tiempo de la manera más adecuada.

Una arquitectura de una Red de distribución de Contenido, con un hardware que permita alcanzar grandes velocidades, disminuyendo los tiempos de latencia para los servicios y sitios más visitados permite a los usuarios de un proveedor de servicio mantener la conformidad respecto al servicio y aprovechar todos los recursos dispuestos tratando de mantener bajos costos.

Ante todas las necesidades ya indicadas grandes empresas internacionales han hecho hincapié en una solución para los usuarios creando Redes de Distribución de Contenido ayudando a los proveedores de servicios a solucionar en gran parte sus necesidades de alta conectividad, pero al tener una propia CDN dentro de su Core, y que este sea de gran capacidad ayuda a mejorar en gran manera lo que las grandes industrias han hecho de manera macro sobre esta solución.

## 4. Objetivos

### **Objetivo General:**

Diseñar una Red de Distribución de Contenido (CDN) dentro de un proveedor de servicios de la ciudad de Quito con equipos de alto performance y gran capacidad, para disminuir la latencia hacia los Caching que este almacena en su datacenter local y sus interconexiones con los Peering locales, permitiendo a los usuarios acceder a los servidores más visitados: Google, Akamai, Facebook y Netflix; que son lo que el Proveedor de Servicios ofrece en la actualidad.

### **Objetivos Específicos:**

1. Realizar el levantamiento de información del Core del Proveedor de Servicios, verificando configuraciones específicas, problemas existentes y escalabilidad, para elaborar el diseño de la red CDN, así también verificar como se encuentran las conexiones de los Caching del DataCenter local como sus interconexiones con los Peering locales.
2. Verificar la demanda de los usuarios de los servicios hacia los Caching locales, identificar los requisitos del proveedor de servicios; así como de los usuarios e integrar la solución con la demanda.
3. Realizar un estudio de tráfico sobre el Core del Proveedor de Servicios para dimensionar los enlaces que formaran parte del diseño.
4. Realizar el diseño de la red CDN, de acuerdo a las necesidades y requisitos del Proveedor de Servicios y proponer los equipos que mejor se acoplen a esta.
5. Realizar un artículo científico de las redes CDN enfocado en la propuesta realizada.



## **5. Desarrollo Caso de Estudio**

En el presente estudio se presentará toda la información de una Red de Entrega de Contenido (CDN) que es lo más importante de este desarrollo para poder entender el diseño, así también se indicaran las necesidades que un Proveedor de Servicios específico necesita para mantener la calidad del servicio que ofrece frente a los nuevos requerimientos de los usuarios finales. Se presentará un diseño práctico y escalable para que el proveedor de servicios pueda seguir creciendo tanto en capacidad como en servicios adicionales que así lo requiera.

### **5.1. CDN, Redes de Entrega de Contenido (Content Delivery Network)**

Una Red de Entrega de Contenido es una red grande de servidores especializados, es decir es una red de capa aplicación, distribuidos geográficamente en las cercanías de los clientes y permite acelerar la distribución de contenido WEB y multimedia a todos los dispositivos conectados al Internet, disminuyendo las latencias percibidas por los usuarios finales.

Las Redes de Entrega de Contenido son parte de las Overlay Network, que son redes virtuales de nodos y enlaces lógicos que se colocan por sobre una red, con el propósito de dar un servicio de red diferente al que esté disponible sobre la infraestructura que se posea.

Una de las Redes de Entrega de Contenido más grande es la de Akamai, posee más de 175000 servidores distribuidos en más de 100 países del mundo

El principal objetivo al plantearse una red CDN es direccionar las peticiones de los clientes a los servidores más cercanos disponibles que tengan los contenidos solicitados con una mayor disponibilidad.

“Los servidores que almacenan estos contenidos se los conoce como surrogate o servidor replica, y son controlados por los proveedores de contenidos, por lo tanto los proveedores de contenido serán los que disponen y colocan los contenidos más populares

como contenido estático de texto, imagen, audio y video, es decir si un usuario desea acceder a un contenido popular la ruta más corta será este servidor surrogante, mientras que si se desea acceder a un contenido menos popular se accederá a un servidor origen que se encuentre posiblemente en una ubicación geográfica diferente y con un tiempo de respuesta mayor. Para acceder a un contenido web que no esté almacenado en cache de un surrogante, se puede usar varias técnicas como la optimización de rutas, optimización de conexiones TCP y búsqueda anticipada, así lo hace Akamai.” («SWDC\_CDN.ppt - Tema3-CDN.pdf», s. f.)

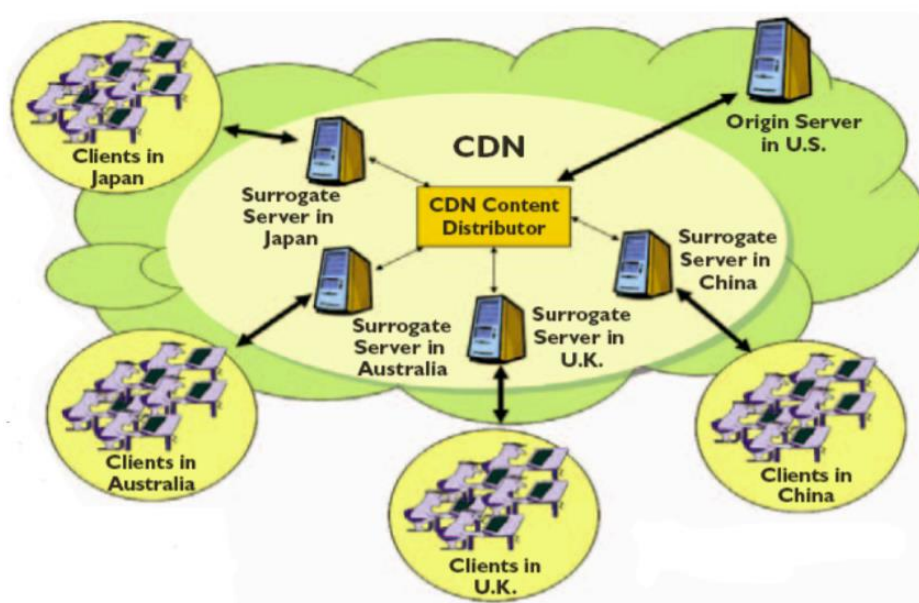


Figura 1: Esquemático explicativo de una red CDN («SWDC\_CDN.ppt - Tema3-CDN.pdf», s. f.)

Entre las ventajas más importantes de una Red de Entrega de Contenido es que no es necesaria la implementación de nuevo equipamiento, o la modificación de la estructura de red montada sobre algún proveedor, estas redes se las puede implementar sobre una ya existente sin que existan problemas. Así también se puede verificar que no se debe implementar sobre toda la red, ya que depende principalmente de las funcionalidades planteadas para la mejora del servicio sobre el que se va a pasar.

Generalmente los servidores CDN se colocan al borde de la red de acceso, para que los usuarios sientan que se ha minimizado el retardo y las pérdidas en las conexiones a estos.

Existen algunos tipos de Redes de Distribución de Contenido como:

CDN Localizada: en esta red el servidor sustituto se localiza más cerca del usuario dependiendo de los siguientes criterios: zona geográfica, topología, retardo y carga de los servidores.

CDN Redirección: esta red redirecciona la petición que le llega del cliente al servidor CDN más cercano de una manera transparente al usuario utilizando balanceo de carga como: Redirección DNS, reescritura de URL y combinación de redirección y reescritura.

En la redirección DNS (Domain Name Service), los servidores DNS autoritativos son controlados directamente por el CDN, cuando resuelve un nombre se resuelve en una IP u otro servidor CDN, generalmente se establecen tiempos de validez de mapeo de nombres, en donde se puede hacer un balanceo de acuerdo a las condiciones de la red y de los servidores.

En la reescritura de URL (Uniform Resource Locator), el servidor origen reescribe dinámicamente las URL de las páginas de acuerdo a la disponibilidad de los recursos y las condiciones de red para direccionarlos al cliente en diferentes servidores.

Para la combinación de redirección y reescritura, se puede colocar el nombre del DNS en lugar de la IP, de tal manera que todo sea manejado por los servidores de CDN.

### **5.1.1 Arquitectura de una CDN.**

Una Red de Distribución de Contenido consta de siete componentes que son: clientes, surrogates, servidor origen, sistema de tarificación, sistema de encaminamiento, sistema de distribución de contenidos y sistema de contabilidad.

“El servidor origen coloca todas las direcciones URL hacia el sistema de encaminamiento, este publica el contenido que es compartido por la CDN al sistema de distribución.

El sistema de distribución pasa todo su contenido a los servidores surrogates, quienes se comunican con el sistema de encaminamiento para la selección de los surrogates más adecuados.

El cliente solicita un contenido WEB al servidor origen, pero la solicitud es redireccionada al sistema de encaminamiento.

El sistema de encaminamiento coloca esta solicitud a un surrogante de la CDN, escogiendo el más adecuado.

El surrogante elegido envía el contenido al cliente, e interactúa con el sistema de contabilidad.

El sistema de contabilidad procesa y comprime la información obtenida convirtiendo esta en estadísticas para el uso de contenido, facilitando al servidor origen y al sistema de tarificación o facturación, las estadísticas también se mandan a modo feedback al sistema de encaminamiento.

El sistema de tarificación usa estos registros indicados anteriormente para ajustar cuentas con cada una de las partes involucradas en la distribución de contenido, este sistema se lo usa específicamente para las CDNs comerciales.” (Congreso de Ingeniería en Software y Nuevas Tecnologías de Ingeniería en Sistemas, 13:41:51 UTC)

A continuación se presenta una gráfica de cómo es la estructura de una CDN.

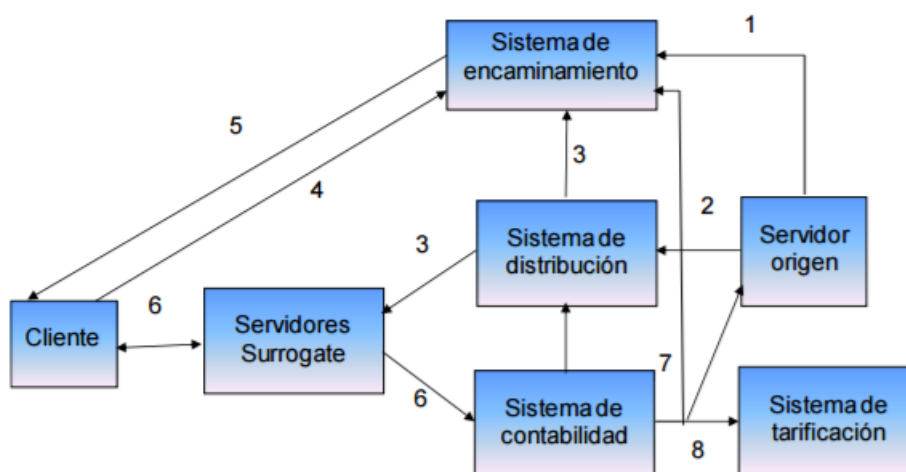


Figura 2: Arquitectura y funcionamiento de una CDN (Congreso de Ingeniería en Software y Nuevas Tecnologías de Ingeniería en Sistemas, 13:41:51 UTC)

### **5.1.2 Beneficios del CDN**

Los beneficios de las CDN son tanto para los usuarios finales, como para los propietarios de los contenidos y para el proveedor de servicios.

Para los usuarios de las redes CDN, se benefician al disfrutar de cortos tiempos de carga y acceso a páginas más rápido que si estuviera en una red sin CDN en donde tiene que viajar por varias redes para llegar al destino.

Los dueños de los servidores de contenido, mejoran su imagen debido a que los usuarios experimentan reducción en las tasas de transferencia.

Para los proveedores de servicios, se ven en la necesidad de desplegar sus propias redes de distribución de contenido, que puede reducir la tasa de abandono de los usuarios, facilitando el desarrollo de los servicios de valor agregado, reduciendo el tráfico hacia el internet e incrementando el tráfico a nivel local, con lo que se disminuye también los costos.

## **5.2 Infraestructura actual del proveedor de servicios**

### **Introducción**

El proveedor de servicios sobre el que se realizará el diseño de la red CDN, tiene un Core levantado en tecnología MPLS, del cual se puede identificar que tiene dos Ps distribuidos estratégicamente dentro del Distrito metropolitano de Quito, de estos Ps salen 6 PEs, de los mismo se puede decir que para su ubicación se buscó los lugares donde existían mayor concentración de clientes y que sean zonas de alto comercio ya que el proveedor está enfocado para proveer servicios de Internet y transmisión de datos.

De cada PE salen dos equipos de distribución conocidos como agregadores, estos concentran a manera de pétalo los nodos cercanos, proporcionando a los clientes mantener enlaces con altas redundancia en caso de cortes. Todas las conexiones entre los equipos del Core son mediante fibra óptica.

Las grandes empresas como Netflix, Google, Akamai, entre otras, realizan un análisis de las peticiones que tiene desde todo el mundo y verifican cuales son los proveedores y los países que más peticiones hacen hacia sus servidores, y mediante negociaciones, estos proveedores de contenido colocan sus servidores surrogates en los proveedores de servicio que más tráfico generen hacia ellos, es así como en el Datacenter del proveedor se tiene un grupo de servidores de Netflix, Google, Facebook y Akamai, los mismos que se encuentran conectados directamente al Core para poder proveer los contenidos aquí almacenados de una manera más conveniente.

A continuación se presenta un esquemático del Backbone del Proveedor de servicios, sobre el cual se trabajara para el diseño de la red CDN, este esquemático básicamente está enfocado en el Core de la ciudad de Quito.

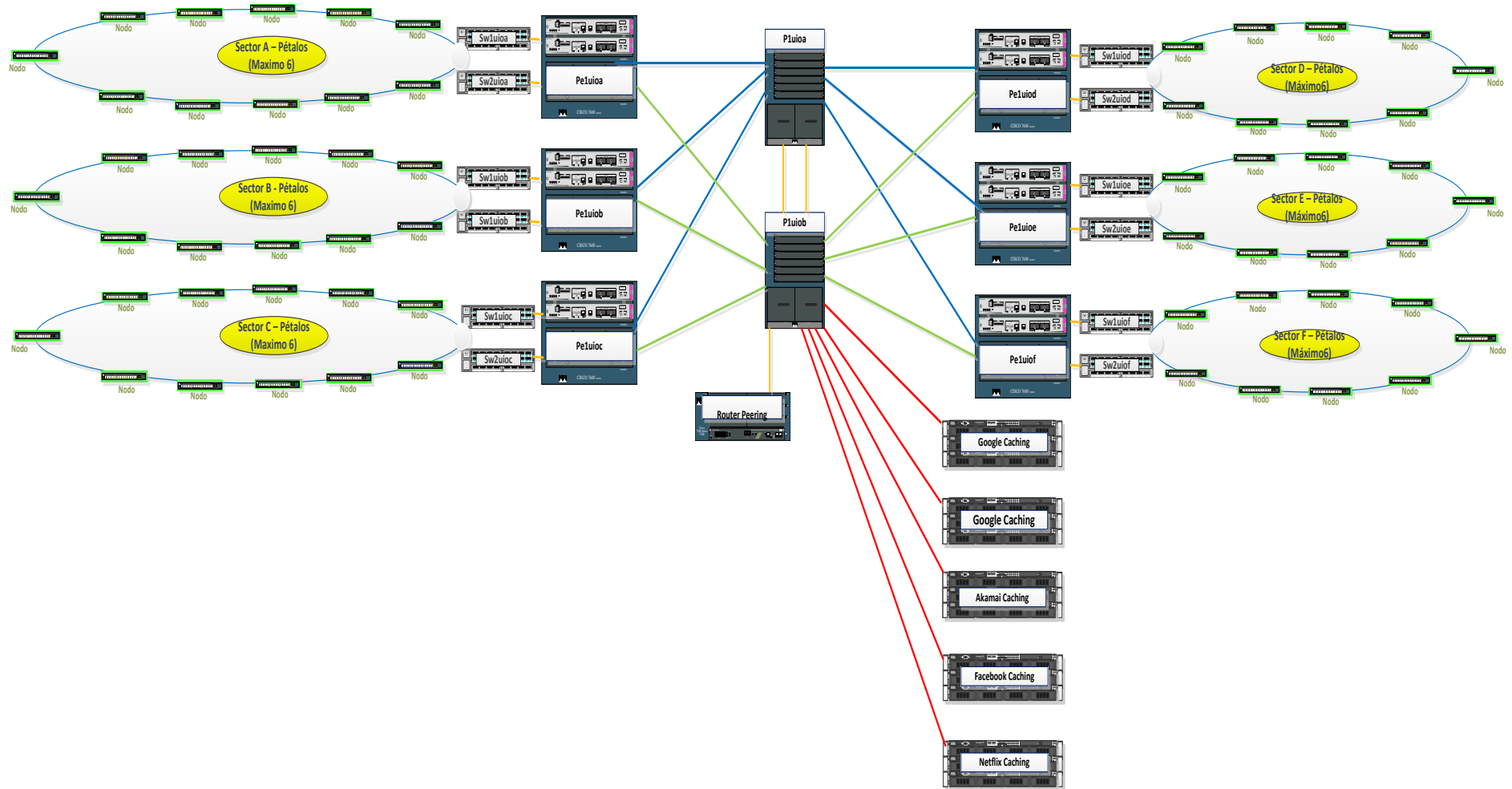


Figura 3: Diagrama esquemático del Proveedor de Servicios

### **5.2.1 Estructura física del proveedor de servicios.**

De acuerdo a lo indicado, el proveedor de servicios a diseñado su Core de tal manera que este sea redundante ante cualquier tipo de falla, todas las conexiones de los equipos son realizadas con Fibra Óptica, lo que permite manejar grandes capacidades de tráfico.

Todos los PEs están conectados físicamente a los dos Ps, a su vez los dos Ps tiene un doble enlace redundante por diferentes rutas para garantizar los servicios en caso de fallas, los agregadores así como los nodos están también conectados a través de fibra óptica formando anillos. Todos los equipos del Core del proveedor de servicios son Cisco, debido a las prestaciones que estos han dado en el momento de la implementación y crecimiento de la red.

### **5.2.2 Estructura lógica del proveedor de servicios.**

Los dos Ps del Core para comunicarse entre si se tiene levantado el protocolo de enrutamiento dinámico OSPF, entre los PEs para el intercambio de etiquetas que es la manera en la que trabaja MPLS, se lo hace a través del protocolo LDP propietario de MPLS, así también para la comunicación entre todos los PEs, se tiene levantado MP-BGP, para optimizar las rutas aprendidas por las diferentes VRFs de los clientes.

Los anillos que forman los nodos que se concentran a los agregadores tienen levantado STP Spanning Tree, para evitar la formación de lazos y la duplicidad de rutas aprendidas para llegar al destino.

Todos los servidores de contenido que se encuentran en el Datacenter, están directamente conectados al PE que se encuentra ahí a través de port-channels, y mediante BGP, se propagan las redes de los mismos, para que los clientes pueda acceder a estos sin necesidad de tener que salir al mundo para acceder a los contenidos más visitados de estos. Cabe recalcar que todos estos servidores son administrados por los proveedores de contenido y que el proveedor de servicio solo provee la conectividad y alojamiento de estos en su red.



Cada grupo de servidores que los proveedores de contenido colocan se los conoce como nodos, el proveedor de servicios tiene dos nodos de Google, un nodo de Akamai, uno de Netflix y uno de Facebook.

Así también dentro del Datacenter se tiene dos router que son los que permiten la conexión a Internet que se tiene directamente conectado a los proveedores de la salida Internacional.

### **5.2.3 Problemas existentes**

Uno de los principales problemas que el Backbone del proveedor está presentando, es la alta congestión que se está presentando hacia las rutas que llevan a los servidores de contenido, esto se produce por la gran demanda que se tiene hacia estos, haciendo que los usuarios comiencen a experimentar tiempos de respuesta más altos y desconexiones constantes, esta percepción de los usuarios finales es debido a que por la alta congestión hacia el Datacenter, se comienzan a encolar las peticiones y en algunos casos estas peticiones son enviadas al mundo provocando que los tiempos de respuesta sean más elevados.

De lo que se explicó anteriormente la red MPLS que se tiene en el proveedor fue diseñada de tal manera que en caso de crecimiento se pueda implementar mejores soluciones sin que el diseño como tal sufra cambios significativos ni en topología ni en configuraciones lógicas

Dentro del Core del proveedor se tiene también una interconexión con los Peering locales, los cuales proveen la interconexión hacia otros proveedores locales e ISPs, y Asociaciones de Proveedores, a través de esta conexión permite que los usuarios lleguen a páginas locales sin necesidad de salir al mundo, o lleguen a otros Caching locales que tienen Proveedores internos.

### 5.3 Requerimientos del proveedor de servicios para la migración

El proveedor de servicios tiene actualmente unos 13200 usuarios con contrato de Internet (dato extraído del informe mensual del Departamento Regulatorio del Proveedor al Arcotel, Octubre 31 del 2016), en su gran mayoría estos usuarios tienen servicio WIFI que les permite movilidad y conexiones de todos los dispositivos inteligentes que posean.

De acuerdo a la demanda actual se ha contratado con el proveedor internacional de Internet una conexión troncal de 100G, tomando en cuenta que actualmente se están consumiendo aproximadamente el 95% de la totalidad contratada, como se puede visualizar en el gráfico adjunto, y se tiene una proyección de crecimiento del 20% anual de acuerdo a los análisis realizados por el área de Ingeniería.

A continuación se muestra el consumo del Internet total del proveedor de servicios en los 3 últimos meses.

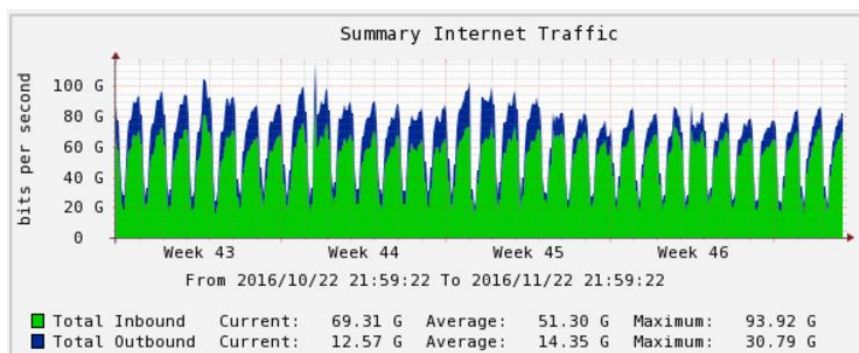


Figura 4: Consumo de ancho de banda de la salida a Internet del proveedor de servicios

El proveedor verificando la demanda que se tiene hacia los Caching locales, ha logrado disminuir las conexiones hacia el Internet, aumentando las conexiones locales, pero estas conexiones locales actualmente se encuentran saturadas, ya que no se tiene realizado ningún tipo de Ingeniería de tráfico para mejorar el servicio de Internet de los usuarios finales.

También se verifica que no se tiene planificado la contratación de mayor capacidad hacia el Internet con el proveedor internacional, por lo que aquí surge otro requerimiento del

Proveedor de servicios, para mantener la capacidad contratada y aumentar el tráfico hacia los Caching locales evitando el tráfico hacia el Internet por el proveedor internacional.

Todo el tráfico que cursa por la red va por la misma cola sin distinción alguna por lo que para ciertas aplicaciones se pueden apreciar que existen retardos o incluso pérdidas de conexión provocando reconexiones y retransmisiones que hacen que las aplicaciones se vuelvan lentas.

Ante todas estas necesidades, se tiene como requerimientos principales, separar las conexiones recurrentes a los Caching locales que son los que más consumen las troncales del Core del proveedor de servicios.

Google a través de su portal, al cual se tiene acceso como proveedor de servicios, tiene una proyección de tráfico hacia su granja de servidores, como se muestra en el siguiente gráfico.

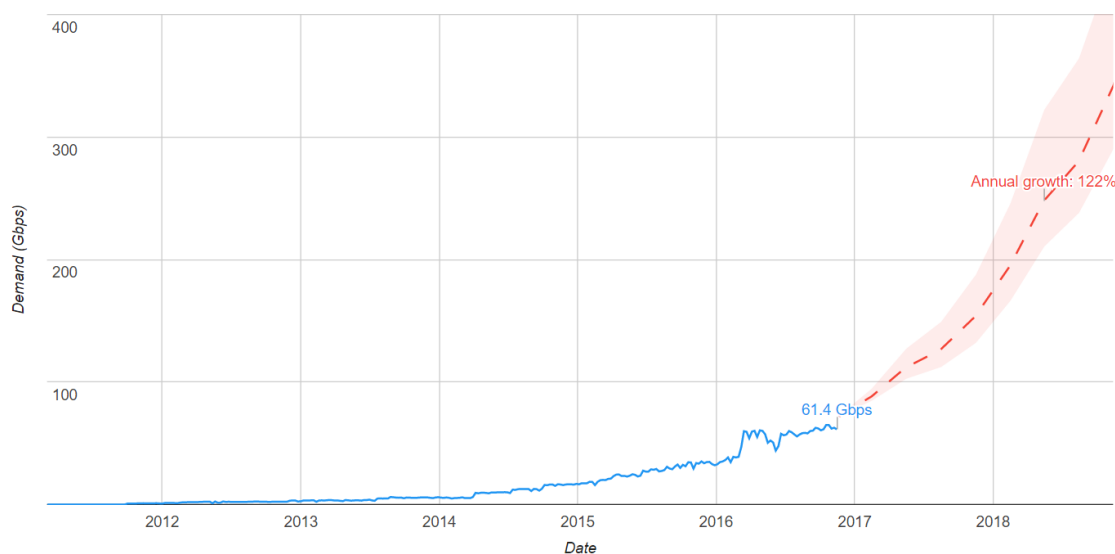


Figura 5: Proyección de consumo hacia los servidores de Google

Como se puede apreciar se estima que para el siguiente año se tenga un tráfico hacia los servidores de Google de aproximadamente 80Gbps, y para la actualidad se tiene un tráfico de 61,4Gbps, este valor es debido a que el proveedor de servicio tiene dos nodos de Google

en Quito y 3 nodos de Google en Guayaquil, y la suma del tráfico de todos estos nodos es lo que se presenta en el análisis y proyección de tráfico hacia los servidores de Google.

### 5.3.1 Estudio de tráfico

Para realizar el estudio se tomará como muestra el tráfico cursante en los últimos 3 meses (Agosto, Septiembre y Octubre) de los enlaces troncales donde se puede evidenciar el paso de tráfico hacia los Caching locales, Peering locales y la interconexión con el proveedor Internacional de internet, de donde se podrá verificar las necesidades para el diseño de la red CDN, esta información será extraída del Cacti local que tiene el proveedor de servicios.

Los servidores de Caching que actualmente se encuentran en el Datacenter del proveedor de servicios, tienen interfaces Gigaethernet y se interconectan al Core del proveedor formando port-channels para poder soportar el tráfico que actualmente está cursando.

A continuación se muestra el consumo total de los dos nodos del Caching de Google.

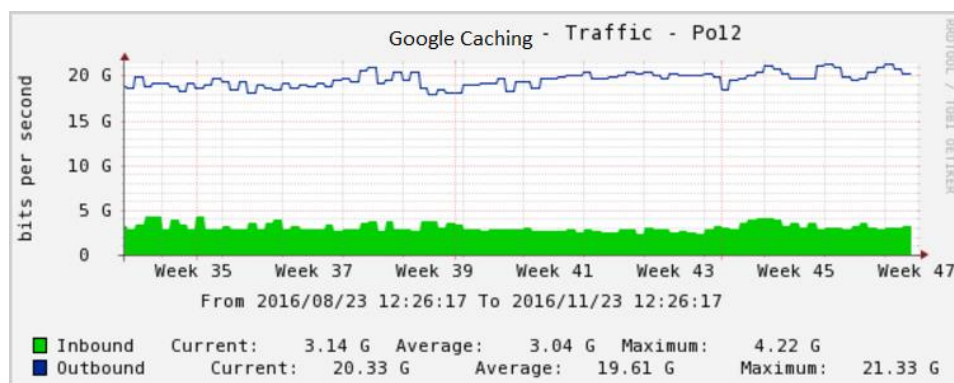


Figura 6: Consumo de tráfico hacia los servidores de Google

Como se puede apreciar se tiene un tráfico total y casi constante de 20Gbps en los últimos 3 meses, se puede apreciar el tráfico de cada nodo en el portal de Google como se muestra:



Figura 7: Consumo de tráfico de los últimos 30 días hacia el Nodo A de Google

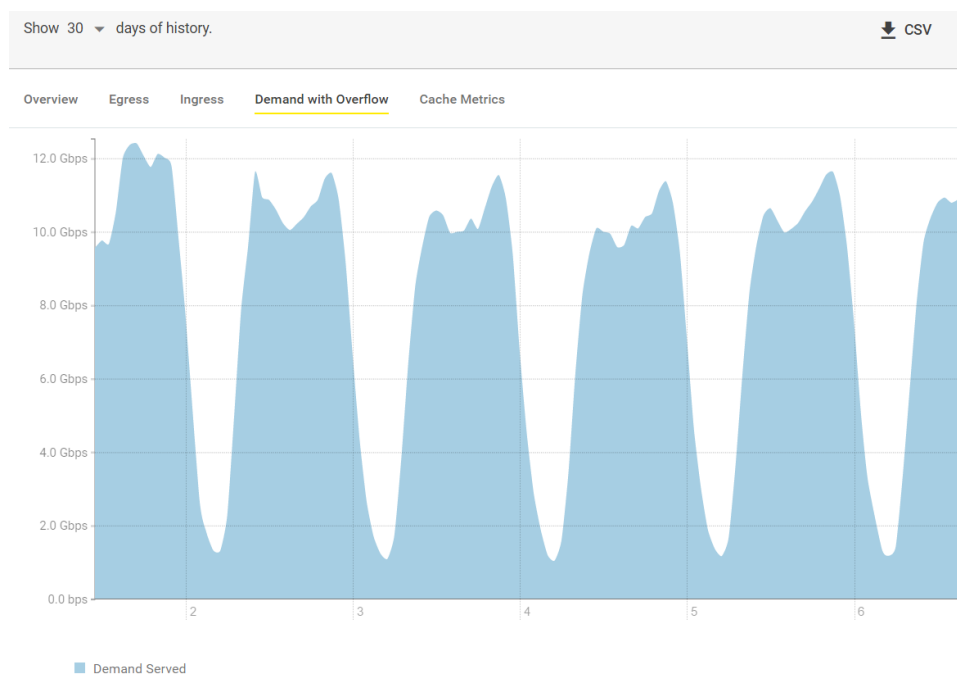


Figura 8: Consumo de tráfico de los últimos 30 días hacia el Nodo B de Google

Como se indica cada nodo tiene aproximadamente 12Gbps de tráfico cursante, y a la vez es balanceado entre los dos nodos, en el portal de Google solo se almacena la información de los últimos 30 días pero por el Cacti del proveedor se puede apreciar que el tráfico es constante.

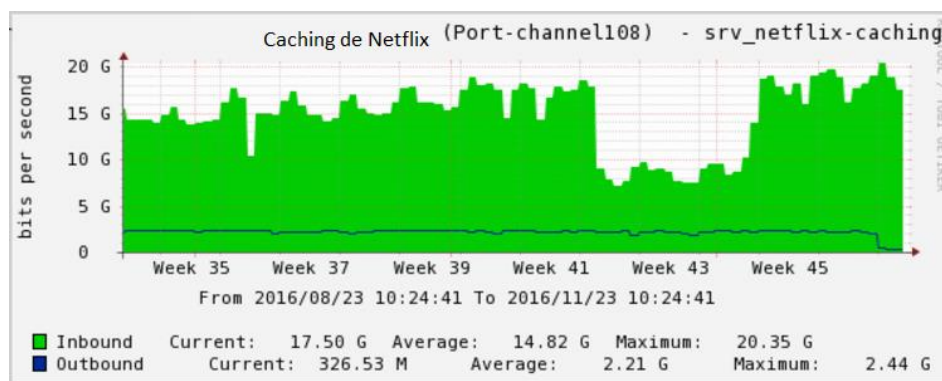


Figura 9: Consumo de tráfico de los últimos 3 meses hacia los servidores de Netflix

El tráfico que ha cursado hacia los servidores de Netflix ha sido variante, por lo que se puede evidenciar que inicialmente se tenía un tráfico de 15Gbps luego por una semana decremento el tráfico a 8Gbps y luego incrementa a 18Gbps, si la tendencia persiste se estimaría que el tráfico hacia estos servidores sería de 20Gbps con un incremento de 5Gbps cada 2 meses, esta estadística se la obtiene del portal de Netflix, a diferencia de Google, en Netflix no se tiene una proyección gráfica del crecimiento de tráfico.

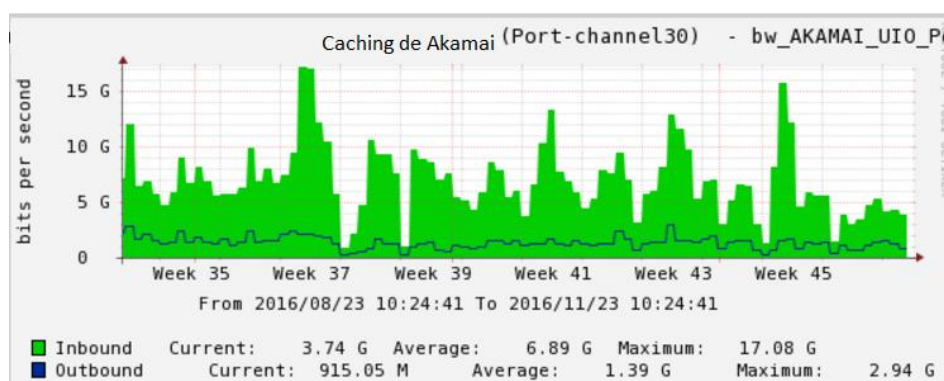


Figura 10: Consumo de tráfico de los últimos 3 meses hacia los servidores de Akamai

Inicialmente se tenía bastante tráfico cursante hacia los servidores de Akamai, pero desde que se colocaron los servidores de Facebook, el tráfico ha disminuido constantemente, así también se tiene una proyección de crecimiento de 2G cada 3 meses, por lo que se estimaría que el tráfico se mantendrá estable hacia estos servidores y con un valor de 10Gbps para evitar saturaciones en la conexión.

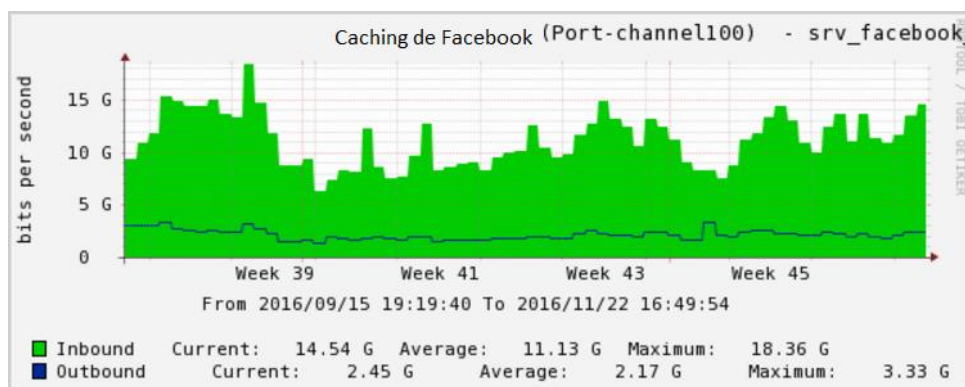


Figura 11: Consumo de tráfico de los últimos 3 meses hacia los servidores de Facebook

El Caching de Facebook es uno de los que se va incrementando constantemente, desde su implementación que fue hace 3 meses aproximadamente hasta la actualidad se ha mantenido en 15Gbps, pero en el portal de Facebook se tiene una proyección de crecimiento de 5Gbps cada 3 meses, al igual que el portal de Netflix, no se tiene esta proyección gráfica, solo se la mantiene como informativo cuando se ingresa a esta.

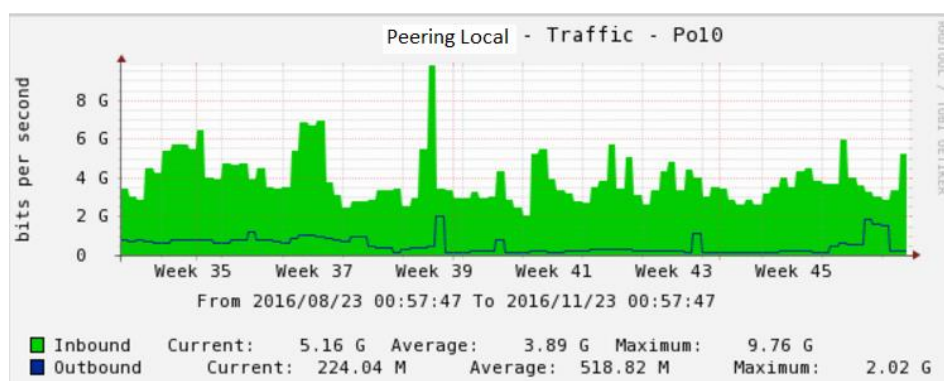


Figura 12: Consumo de tráfico de los últimos 3 meses hacia el Peering local

El tráfico hacia el Peering local en relación a los Caching es menor, ya que se tiene principalmente las conexiones hacia las paginas gubernamentales entre otros, por lo que no se tiene una proyección de crecimiento como en los caching.

Para el Peering local se lo realizará bajo demanda el momento en el que se necesite, por el momento se tiene cursando un tráfico de 5Gbps con una capacidad máxima por el port-channel que posee de 10Gbps.

## 5.4 Diseño de la red CDN

En base a los requerimientos descritos anteriormente, se puede verificar que el tráfico que se genera de los usuarios hacia los Caching es grande, y la proyección de Google sobre el proveedor va creciendo considerablemente, por lo que si se incrementa la capacidad en el Core del Proveedor de servicios se puede mantener la capacidad contratada con el Proveedor internacional de Internet e incrementar el tráfico interno hacia los Caching con la red CDN que se va a plantear.

El diseño de la red CDN se dividirá en dos aspectos importantes que son:

- Diseño físico de la red
- Diseño Lógico de la red

### 5.4.1 Diseño físico de la red CDN.

Como se había indicado anteriormente, los enlaces del Core del Proveedor de Servicios son de 1 gigabit, por lo que ante los aumentos de capacidades contratadas se ha configurado port-channels para poder abastecer a los usuarios.

Para el diseño de la red CDN se ha considerado colocar un equipo robusto junto al PE de cada pétalo del Core, y que este por un lado directamente conectado al PE y por otro lado tendrá una doble conexión redundante hacia el Datacenter que es donde se encuentra la granja de servidores de todos los Caching ya disponibles.

Se tienen un total de 6 PEs en el Core, por lo tanto deberá colocarse 6 routers adicionales a los que se nombra routercdn, por ser parte de la red CDN, estos router deben tener interfaces TENGIGA, para poder abarcar la mayor capacidad necesitada y con proyección hacia un crecimiento de la misma.

También se debe tender dos rutas distintas con fibra óptica desde cada routercdn hacia el Datacenter donde se encuentra la granja de servidores de Caching con el fin de que se tenga una conexión redundante en caso de falla.



Para optimizar las conexiones de todos los servidores Caching y disminuir la congestión de tráfico hacia estos, se colocara un switch robusto que debe tener interfaces Tengiga, el mismo que concentrará todas las conexiones de los Caching locales y se conectara con un routercdn por donde recibirá todo el tráfico generado hacia los Caching. Se debe considerar que el routercdn que se coloque en el Datacenter deberá ser más robusto en comparación al resto de equipos colocados en el CORE, ya que este concentrará más tráfico que el resto de equipos de igual funcionamiento.

El routercdn colocado en Datacenter, también deberá tener la conexión hacia el Peering local, con el fin de optimizar los tiempos de respuesta y concentrar en un solo lugar todas las conexiones críticas, al encontrarse en el Datacenter se garantiza los respaldos eléctricos y físicos, ya que se mantiene el concepto de alta redundancia para los equipos más críticos.

#### **5.4.2 Diseño lógico de la red CDN.**

Como se indicó la red del proveedor de servicios es una red MPLS pura, y de acuerdo a esto los equipos routercdn que se colocará también deberán estar en MPLS para mantener el esquema inicial y así evitar cambios de configuración que puedan alterar el funcionamiento actual de la red.

La conexión lógica entre los PEs y los routercdn será a través de MP-BGP, para el intercambio de las rutas de las redes.

Para llegar a los servidores de contenido que actualmente se tiene, se ha asignado un Pool de IPs públicas pertenecientes al proveedor de servicios, donde la primera IP válida que viene a ser el Gateway de todos se encuentra en la actualidad en el P al que están conectados, para nuestro diseño, se deberá mover esta IP hacia el routercdn que está en Datacenter para que se mantenga el esquema inicial.

Para poder direccionar el tráfico desde los clientes hacia los servidores de contenido que se tiene, se configuraran prefix-list con el Pool de redes de los servidores, para que en el intercambio de redes en el BPG de interconexión entre el PE y el routercdn sea direccionado directamente por este nuevo esquema, dejando libre el resto de canales del Core para el uso del resto de servicios que brinda el proveedor a sus usuarios.

Así también estas nuevas conexiones son de 10Gbps con enlaces redundantes y mediante el MP-BGP que se tiene armado levantar una contingencia en caso de que un canal falle entre en funcionamiento el otro proporcionando mayor disponibilidad.

Así también el routercdn que se encuentra en el Datacenter está directamente conectado a los Ps, quienes a su vez tienen una conexión lógica hacia los routers de borde de conexión al proveedor internacional, y con la propagación de las rutas a través de BGP permitirá a los servidores surrogates comunicarse con los servidores Origen y poder descargar más contenido y actualizaciones que así lo requieran.

Cabe indicar que la red actual está configurada como Dual Stack, para permitir la conexión con IPv6, entonces este nuevo equipamiento que se colocará también deberá estar configurado con Dual Stack para el paso de IPv6.

Se debe considerar que también se debe aplicar criterios de calidad de servicio para el servicio de Internet que va dirigido hacia los servidores subrogantes con la finalidad de evitar las retransmisiones en caso de encontrar canales saturados, colocando las peticiones hacia los servidores surrogates en la cola principal del QoS y sin dropeo de paquetes, colocando al resto de servicios en colas secundarias dando prioridad a todas las redes de los servidores surrogates.

Así también para garantizar la rapidez de la navegación hacia los servidores de Google, Netflix, Facebook y Akamai, se va a realizar una pequeña ingeniería de tráfico, donde se armará túneles entre todos los routerscdn que se encuentran attached a los PEs

hacia el routercdn que está en el Datacenter, con la finalidad de priorizar todas las peticiones que vengan desde los clientes hacia estos servidores surrogates.

Así también se deberá configurar un túnel de ingeniería de tráfico entre el routercdn del Datacenter hacia el router que da la conexión con los proveedores internacionales, con la finalidad de dar mayor ancho de banda y menor intermitencia a los servidores surrogates el momento que deseen tomar actualizaciones de los servidores origen que se encuentran fuera del país.

Esquemáticamente la red quedaría de la siguiente manera:

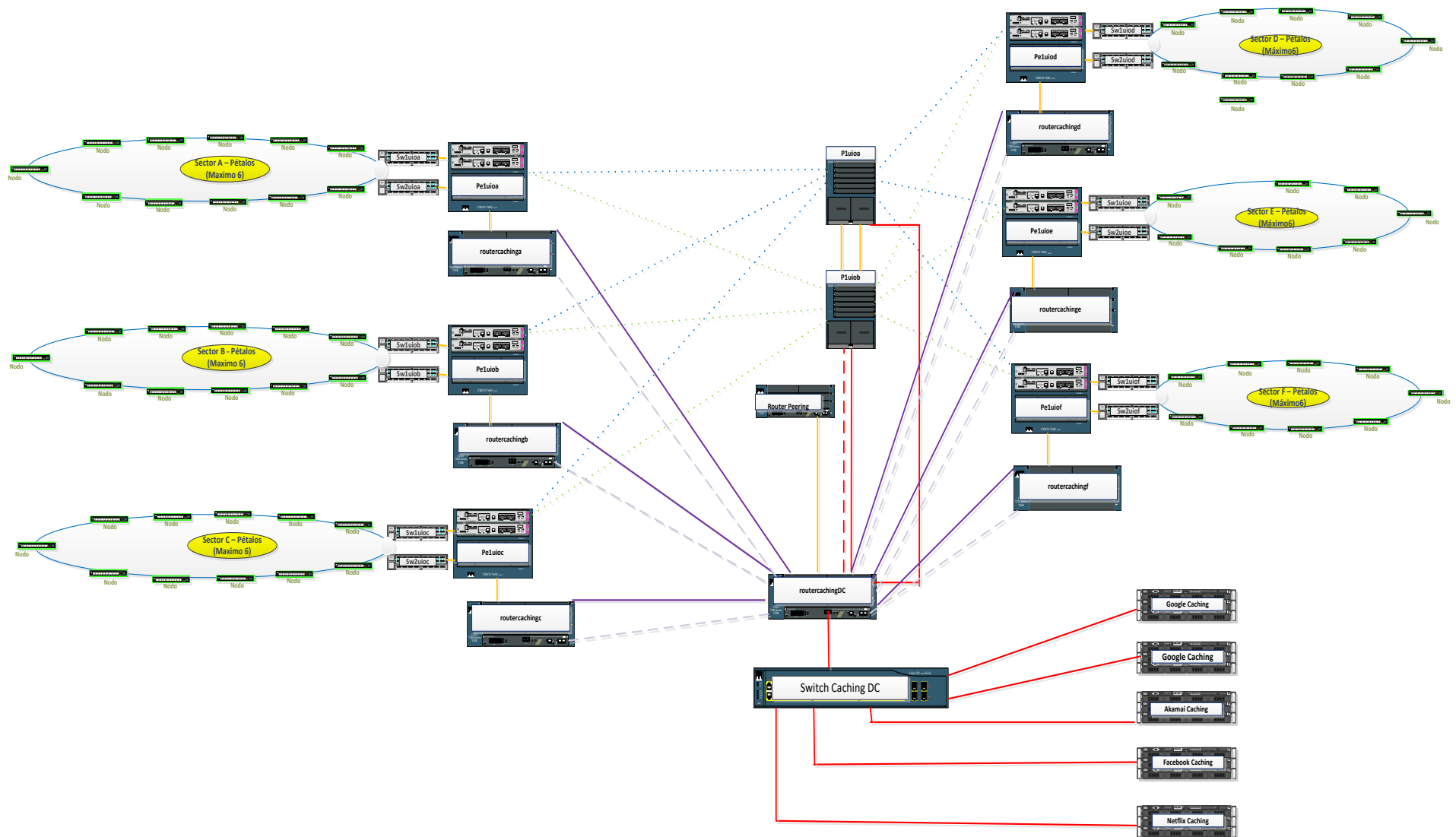


Figura 13: Diagrama esquemático de la solución planteada.

### **5.4.3 Equipos adaptables para la red CDN.**

Como se indicó en el diseño y de acuerdo al tráfico cursante por los servidores subrogantes, se deberá colocar un total de 8 equipos, 7 routers con capacidad de manejo de tráfico de 10Gbps y un switch concentrador con interfaces de la misma capacidad, de tal manera que la red sea de mayor capacidad que la que está operando actualmente para evitar la latencia en la conexión a los servidores de contenido.

De los 7 routers, se deberá colocar un router que tenga un mayor performance que el resto, debido a que este es el concentrador de todas las conexiones de los routercdn que están junto a cada PE, y que a su vez también tiene una conexión directa hacia el Peering local y una conexión lógica hacia la conexión de borde con el proveedor Internacional de Internet.

Como se indicó la red actual está formada por equipamiento Cisco, pero por su diseño es compatible con otras marcas de equipos ya que tanto lógica como físicamente es una red escalable.

### **5.4.4 Verificación del performance de los equipos que se adapten al diseño planteado.**

Para verificar el equipamiento que mejor se acople al diseño se planteará una matriz donde se identificará los requerimientos y se comparará entre varias marcas para poder escoger la que mejor se acople a las necesidades.

Tabla 1: Comparación de equipos planteados para la solución

Modelo del Dispositivo	CISCO		HP	HUAWEI
	ASR 9010	ASR 12010	HSR6800 (FleZNetwork HSR6800 Router)	NE5000(NetEngine5000E Core Router)
<b>Puertos</b>				
Número de Slots	Chasis de 8 Slots con dos RSP de Respaldo	Chasis de 8 Slots con dos RSP de Respaldo	Chasis de 8 slots con 2 slots MPU	* NE5000E CLC: Chasis de 16 slots que incluyen 2 SRU. *NE5000E-X16 CLC: Chasis de 16 slots que incluyen 2 SRU
Tipos de Interfaces Modulares	Interfaces Gigabit Ethernet, 10 Gigabit Ethernet Si	Interfaces 10 Gigabit Ethernet, 100 Gigabit Ethernet Si	8 Puertos SAP, 16 Puertos HIM, 32 Puertos MIN Si	Puertos GE, 10GE, 155M POS, 622M POS, 2.5G POS, 10G POS, 40G POS, 10GE, 100GE Si
Interfaces Adicionales			4 HP 6600, 1 puerto 10GbE XFP HIM Router Module, 8 HP X120 1 G SFP LC SX Transceiver	8 Puertos ópticos OC-3c/stm-64c, 1 PUERTO 10GBase LAN-XFP
<b>Rendimiento</b>				
Throughput	880 Gbps por Slot	4 Tbps	420 Mbps	819 Tbps
Capacidad de envío	14 Tbps	64 Tbps	120 Gbps	400 Gbps
<b>Memoria y Procesamiento</b>				
Capacidades de memorias y buffers	4 GB de memoria flash	10 GB de memoria flash	2GB DDR2 SDRAM, 4 GB DDR2 SDRAM, 1 GB de memoria flash, tamaño del buffer de paquetes 128 MB	128 MB de memoria flash, Memoria externa máximo de 4GB.
<b>Conectividad</b>				

IPv4	Soporta enrutamiento dinámico y estático como: OSPF, IS-IS, MPLS Enrutamiento estático y protocolos de enrutamiento dinámico: OSPF, IS-IS y BGP-4	Soporta enrutamiento estático y dinámico como: OSPF, IS-IS y BGP	Soporta enrutamiento estático y dinámico como: RIP, OSPF, IS-IS y BGP-4	Soporta enrutamiento estático y dinámico como: RIP, OSPF, IS-IS y BGP-4
	Soporta la migración de IPv4 a IPv6, con configuraciones de: túnel 4/6, GRE y dual Stack; incluye enrutamiento estático IPv6 y enrutamiento dinámico: OSPFv3, IS-IS y BGPv3, incluye soporte para ACLs en Ipv6	Soporta la migración de IPv4 a IPv6, con configuraciones de: túnel 4/6, GRE y dual Stack; incluye enrutamiento estático IPv6 y enrutamiento dinámico: OSPFv3, IS-IS y BGPv3, incluye soporte para ACLs en Ipv6	Soporta enrutamiento dinámico, estático, Dial Stack, RIP, OSPFv3, IS-ISv6 y túneles en IPv6	Soporta la migración de IPv4 a IPv6, con configuraciones de: túnel 4/6, GRE y dual Stack; incluye enrutamiento estático IPv6 y enrutamiento dinámico: OSPFv3, IS-IS y BGPv3, incluye soporte para ACLs en Ipv6
IPv6				
<b>Soporte MPLS</b>				
Aplicaciones	Soporta LDP, MPLS, Ingeniería de tráfico, Calidad de Servicio, MPLS VPNs.	Soporte de LDP, MPLs Traffic Engineering, MPLS QoS, VPLS, HVPLS, FRR y MPLS VPNs	Soporte de LDP, MPLs Traffic Engineering, MPLS QoS, VPLS, HVPLS, FRR y MPLS VPNs	Soporte de LDP, MPLs Traffic Engineering, MPLS QoS, VPLS, HVPLS, FRR y MPLS VPNs
<b>Calidad de Servicio</b>				
QoS	Calidad de Servicio IEEE 802,1p	Calidad de Servicio IEEE 802,1p	Calidad de Servicio IEEE 802,1p	Diffserv e InterServ, Calidad de Servicio IEEE 802,1p
<b>Costo</b>				
sin IVA	202.1240,00 USD	260.482,17 USD	188.526,74 USD	161.124,45 USD

De acuerdo a la matriz presentada, se puede verificar que los equipos Cisco poseen un mayor performance y throughput en comparación a HP y Huawei pero también son más costos, por lo que cualquiera de los equipos expuestos se pueden usar en la red propuesta, si se desea mantener el esquema del proveedor de servicios en tener equipos únicamente Cisco se puede escoger el Router ASR 9010, el mismo que trabajaría por algunos años soportando las capacidades proyectadas, pero si se desea cambiar de marca una buena opción es el router Huawei NE5000 que mantiene un alto performance con un costo aceptable bajo en comparación a los equipos HP 6800. Adicional el equipo Huawei es compatible con la red del proveedor.

Hay que indicar que los precios referenciales colocados en la matriz presentada, son costos aproximados, ya que todos los routers indicados son modulares, es decir tienen un chasis sobre el cual se van colocando los elementos requeridos de acuerdo a las funcionalidades que se vayan a presentar, es por esto que en todos se escogió las FAN suficientes para que el equipo trabaje con redundancia, se colocó 2 tarjetas supervisoras, y dos tarjetas adicionales para conexiones del Core establecido, la lista de precios se la obtuvo del área de ingeniería del Proveedor de Servicios, y es información confidencial por lo que no se puede presentar en el presente proyecto.

En el diseño también se habla de colocar un switch de gran performance en donde se concentren las conexiones de los servidores surrogates, en el mercado existen dos equipos con interfaces Giga y Tengiga que se puede acoplar en Cisco se tiene el modelo 3750E (48 puertos Giga en cobre, 2 Tengiga ópticos, 7600 USD sin IVA) y en HP el modelo 5130(24/48 puertos Giga y 4 puertos Tengiga, 5700 USD sin IVA), por especificaciones y costos la mejor opción será colocar el switch HP 5130



## 6. Conclusiones y Recomendaciones

### 6.1 Conclusiones

- Con la implementación de una Red de Contenido privada dentro de un proveedor de servicios, se proporciona a los usuarios una satisfacción respecto a la calidad de servicio, ya que la percepción de estos respecto al servicio prestado mejoraría considerablemente, al tener conexiones rápidas hacia los servidores más visitados que actualmente se encuentran en el Datacenter.
- El proveedor de servicios posee clientes corporativos, bancarios, pymes entre otros y sin dejar de dar importancia hasta al más pequeño, al poseer una mejor navegación en el servicio de Internet que generalmente está catalogado como el del mayor esfuerzo, los clientes tendrán una mayor satisfacción al servicio obtenido al verificar que se posee una mínima latencia específicamente hacia el servicio de Internet específicamente hacia las redes sociales y descargas de videos.
- Al considerar una red como la planteada dentro del Core del Proveedor de Servicios, se puede analizar la posibilidad de agregar otros servicios diferentes a los planteados para que cursen por esta red de alto rendimiento y alta redundancia, mejorando de esta manera las necesidades que se pueda tener respecto a todo el Catálogo de servicios que este posee.
- Los clientes que comiencen a usar esta red propuesta comenzaran a tener conformidad con el servicio ofrecido haciendo una publicidad entre clientes, lo que ocasionara que la imagen de la empresa mejore y exista una mayor demanda de clientes.
- La implementación de esta red de alta velocidad implica una inversión alta, ya que se requiere equipos de alto costo, así como tendidos de fibra de muchos kilómetros y que

sean redundantes, pero la rentabilidad de esta inversión traerá un costo beneficio al proveedor de servicios, permitiendo ampliar el mercado actual y mantener la nueva inversión por mucho tiempo antes de llegar al límite de operación de equipos.

- En una Red de Entrega de Contenido, las retransmisiones es uno de los factores que más alteran la disponibilidad de los servidores surrogates, debido a que estos pierden sincronización con los servidores origen, al mantener una infraestructura de acceso de alta disponibilidad y baja latencia, se evitara estas desincronizaciones que afectan tanto la disponibilidad de estos.

## **6.2 Recomendaciones**

- Una buena opción para reducir el punto de falla que en este diseño es en el Datacenter, es colocar los servidores surrogates geográficamente distribuidos en la red del Core, puede ser en donde se encuentran los PEs y los routercdn, ya que estos nodos poseen redundancias eléctricas y físicas que ayudarían a mantener estable la red en caso de falla del Datacenter, pero para esto se deberá tener más servidores surrogates que se pueda colocar en los diferentes nodos.
- El proveedor de servicios al tener una red robusta y redundante debería colocar sus propios servidores de contenido, realizando un estudio de las páginas más visitadas y bajo todos los aspectos legales colocar servidores de música, y comercializando el contenido con esto los clientes reciben un servicio de valor agregado de entretenimiento que ayuda a mejorar la imagen de la empresa.

## Bibliografía

- [1] Akamai. (s.f.). *Akamai*. Obtenido de <https://www.akamai.com>
- [2] Azure, M. (s.f.). *Uso de la red CDN de Azure del Servicio de aplicaciones de Azure*. Obtenido de <https://docs.microsoft.com/es-es/azure/app-service-web/cdn-websites-with-cdn>
- [3] B. Molina M., C. P. (2005). *Estudio y Modelo de una Red de distribución de Contenido*.
- [4] Bopiweb.com. (s.f.). *Método y sistema de almacenamiento en cache de WEB para una Red de Distribución de Contenido (CDN)*. Obtenido de <http://bopiweb.com/elemento/1076587/>
- [5] Brightspace. (s.f.). *Descripción general de la Red de entrega de contenidos de la nube de Brightspace*. Obtenido de [https://documentation.brightspace.com/ES\\_MX/architecture/cdn/admin/cdn\\_overview.htm](https://documentation.brightspace.com/ES_MX/architecture/cdn/admin/cdn_overview.htm)
- [6] Brussee, H. E. (2001). *Content Distribution Network, State of the art*. Telematica Institut.
- [7] Cisco. (s.f.). *Catalyst 3750-X and 3560-X Switch*. Obtenido de [http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst3750x\\_3560x/software/release/12-2\\_53\\_se/configuration/guide/3750xscg.pdf](http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/switches/lan/catalyst3750x_3560x/software/release/12-2_53_se/configuration/guide/3750xscg.pdf)
- [8] Cisco. (s.f.). *Cisco 12010, Cisco 12410 and Cisco 12812 Router Installation and Configuration Guide*. Obtenido de [http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/routers/12000/12010s/installation/guide/icg/hfdm\\_c01.html](http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/routers/12000/12010s/installation/guide/icg/hfdm_c01.html)
- [9] Cisco. (s.f.). *Compare Models*. Obtenido de <http://www.cisco.com/c/en/us/products/routers/asr-9000-series-aggregation-services-routers/models-comparison.html>
- [10] Cruz, D. G. (Marzo de 2015). *Universidad de las Fuerzas Armadas, ESPE*. Obtenido de Evaluación de la estructura de Conten Delivery Networks como método para la distribución de contenido: <http://slideplayer.es/slide/9570809/>
- [11] Enterprice, H. P. (s.f.). *HPE FlexNetwork 5130 EL Switch Series*. Obtenido de <https://www.hpe.com/h20195/v2/GetPDF.aspx/4AA5-4495ENW.pdf>
- [12] Enterprise, H. P. (s.f.). *HP 5130 El Switch Series*. Obtenido de [https://h50146.www5.hpe.com/products/networking/datasheet/HP\\_5130EI\\_Switch\\_Series\\_J.pdf](https://h50146.www5.hpe.com/products/networking/datasheet/HP_5130EI_Switch_Series_J.pdf)

- [13] J. Kangasharju, K. R. (2000). *Performace Evaluation of Redirection Schemes in Content Distribution Network*.
- [14] Moreno, B. M. (2013). *Estudio, análisis y desarrollo de una red de distribución de contenido y su algoritmo de redirección de usuarios para servicios WEB y streaming*. Obtenido de [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/31637/tesis\\_bmolina\\_v3.pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/31637/tesis_bmolina_v3.pdf?sequence=1)
- [15] Newswire, P. (s.f.). Obtenido de <http://www.prnewswire.com/news-releases/isobar-brasil-selecciona-los-servicios-de-content-delivery-network-de-level-3-para-sus-oficinas-en-brasil-300143846.html>
- [16] Pallis, A. V. (2003). *Content Delivery Networks, status and trends*.
- [17] Patentados.com. (s.f.). *Sistema y método para gestionar la infraestructura de un servicio de REd de Distribución de Contenido en una red ISP*. Obtenido de <http://patentados.com/patente/sistema-metodo-gestionar-infraestructura-servicio-red-distribucion/>
- [18] *Que es una Content Delivery Network (CDN)*. (9 de Noviembre de 2010). Obtenido de <http://manueldelgado.com/que-es-una-content-delivery-network-cdn/>
- [19] Sistemas., C. d. (s.f.). *Distribución Escalable de Contenidos: Content Delivery Networks CDN. Tecnología.* . Obtenido de Congreso de Ingeniería en Software y Nuevas Tecnologías de Ingeniería en Sistemas. (13:41:51 UTC). Distribución Escalable <http://es.slideshare.net/cisoft/distribucin-escalabl>
- [20] Telemáticas, R. (s.f.). *Los gigantes de Internet en la sombra*. Obtenido de <http://redestelematicas.com/los-gigantes-de-internet-en-la-sombra/>
- [21] Vaca, O. M. (s.f.). *Análisis de Redes de Distribución de Contenido Multimedia sobre LTE mediante escenarios virtuales*. Obtenido de [http://www.dit.upm.es/~posgrado/doc/TFM/TFMs2014-2015/TFM\\_Osmar\\_Mendoza\\_Vaca\\_2015.pdf](http://www.dit.upm.es/~posgrado/doc/TFM/TFMs2014-2015/TFM_Osmar_Mendoza_Vaca_2015.pdf)
- [22] Vargas, D. Y. (s.f.). *Distribución Escalable de Contenidos: Content Delivery Network CDN*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/cisoft/distribucin-escalable-de-contenidos-content-delivery-networks-cdn>
- [23] Verma, D. (2002). *Content Distribution Networks, an engineering approach*.
- [24] Vidal, F. G. (s.f.). *Contribución a los Modelos de Estimación de la Calidad percibida en servicios de vídeo sobre Internet mediante parámetros objetivos*2015. Obtenido de [http://oa.upm.es/36512/1/JOAQUIN\\_NAVARRO\\_SALMERON.pdf](http://oa.upm.es/36512/1/JOAQUIN_NAVARRO_SALMERON.pdf)

- [25] Z. Mao, C. C. (2002). *A precise and efficient evaluation of the proximity of web clients and their local DNS servers.*

Anexos

Anexo 1

Especificaciones Huawei NE5000E



- NE5000E-X16 CLC  
It provides 16 LPU slots, with a maximum of 200 Gbit/s for each slot.

Cluster Model	Description
CCC-0	Consists of two Cluster Line-card Chassis (CLCs). An NE5000E and an NE5000E-X16 can be used together.
CCC-1	Consists of one CCC and N (N <= 4) CLCs. CLCs can be all NE5000Es, all NE5000E-X16s, or a combination of NE5000Es and NE5000E-X16s.
CCC-2	Consists of two CCCs and N (N <= 8) CLCs. CLCs can be all NE5000Es, all NE5000E-X16s, or a combination of NE5000Es and NE5000E-X16s.

The NE5000E series include a single NE5000E, a single NE5000E-X16, and an NE5000E cluster.

**Table 3-1** Physical specifications of an NE5000E-X16 CLC

Item		Description
Dimensions (W x D x H)		<p>Dimensions of the chassis body: 442 mm x 650 mm x 1420 mm (32 U) (17.40 in. x 25.59 in. x 55.91 in.)</p> <p>Dimensions of the chassis body together with cable racks and front and back attachments: 442 mm x 770 mm x 1420 mm (32 U) (17.40 in. x 30.31 in. x 55.91 in.)</p>
Installation location		N68E cabinet or a standard 19-inch cabinet
Weight		Full configuration : 280 kg (661.5 lb)
Maximum power		10402 W
Heat dissipation		35524 BTU/hour
DC input voltage	Rated voltage	-48 V
	Maximum voltage	-72 V to -38 V
AC input voltage	Rated voltage	110 V to 220 V
	Maximum voltage	90 V to 290 V
Operating temperature	Long-term	0°C (32°F) to 40°C (104°F)
	Short-term	-5°C (23°F) to 50°C (122°F)

Item		Description
	Remarks	Restriction on the temperature variation rate: 30°C (86°F) per hour
Storage temperature		-40°C(-40°F) to 70°C(158°F)
Operating relative humidity	Long-term	5% RH to 85% RH, no condensing
	Short-term	5% RH to 95% RH, no condensing
Storage humidity		0% RH to 95% RH, no condensing
Long-term operating altitude		Lower than 3000 meters (9842.40 ft.)
Storage altitude		Lower than 5000 meters (16404.00 ft.)

**Table 3-2** Physical specifications of an NE5000E CLC

Item		Description
Dimensions (W x D x H)		442 mm x 669 mm x 1600 mm (36 U) (17.40 in. x 26.34 in. x 62.99 in.)
Installation location		N68E cabinet or a standard 19-inch cabinet
Maximum power		Full configuration: 7017 W
Heat dissipation		23906 BTU/hour
Weight	Full configuration	268 kg (590.94 lb)
DC input voltage	Rated voltage	-48 V to -60 V
	Maximum voltage	-38 V to -72 V
AC input voltage	Rated voltage	200 V AC to 240V AC (220 V power supply) 110 V AC (110 V power supply)
	Maximum voltage	180 V AC to 264 V AC (220 V power supply) 100 V AC to 120 V AC (110 V power supply)
Operating temperature	Long-term	0°C (32°F) to 40°C (104°F)
	Short-term	-5°C (23°F) to 50°C (122°F)
Storage temperature		-40°C(-40°F) to 70°C(158°F)
Operating relative humidity	Long-term	5% to 85%
	Short-term	5% to 95%
Storage humidity		5% to 95%
Long-term operating altitude		Lower than 3000 meters (9842.40 ft.)
Storage altitude		Lower than 5000 meters (16404.00 ft.)



**Table 3-3** Physical specifications of a CCC

Item		Description
Dimensions (W x D x H)		442 mm x 800 mm x 1241 mm (28 U) (17.40 in. x 26.34 in. x 62.99 in. )
Installation location		N610E cabinet
Weight		Full configuration: 300 kg (661.50 lb)
Maximum power		CCC: 4400 W 1+4 cluster: 34000 W 2+2 cluster: 23600 W 2+4 cluster: 38400 W 2+8 cluster: 68000 W
Heat dissipation		CCC: 15026 BTU/hour 1+4 cluster: 116114 BTU/hour 2+2 cluster: 80596 BTU/hour 2+4 cluster: 131140 BTU/hour 2+8 cluster: 232228 BTU/hour
DC input voltage	Rated voltage	-48 V
	Maximum voltage	-72 V to -38 V
AC input voltage	Rated voltage	110 V to 220 V
	Maximum voltage	90 V to 290 V
Operating temperature	Long-term	0°C (32°F) to 40°C (113°F)
	Short-term	-5°C (23°F) to 50°C (131°F)
	Remarks	Restriction on the temperature variation rate: 30°C (86°F) per hour
Storage temperature		-40°C(-40°F) to 70°C(158°F)
Operating relative humidity	Long-term	5% RH to 85% RH, no condensing
	Short-term	5% RH to 95% RH, no condensing
Storage humidity		0% RH to 95% RH, no condensing
Long-term operating altitude		Lower than 3000 meters (9842.40 ft.)
Storage altitude		Lower than 5000 meters (16404.00 ft.)

**Table 3-5** System configuration of a CLC and a CCC

Item	CF card	Memory	Backplane capacity	Switching capacity	Interface capacity	Assembly cabinet	Number of LPU slots	Number of MPU slots	Number of SFU slots	Maximum interface rate
NE500E-X16 CLC	1 GB per CF card Two CF cards on each MPU	4 GB memory on each MPU	30 Tbit/s (bidirectional)	6.4 Tbit/s (bidirectional)	3.2 Tbit/s (bidirectional)	1	16	2	4	100 Gbit/s
NE500E CLC	1 GB per CF card Two CF cards on each MPU	4 GB memory on each MPU	8 Tbit/s (bidirectional)	2.56 Tbit/s (bidirectional)	1.28 Tbit/s (bidirectional)	1	16	2	4	100 Gbit/s
CCC	1 GB per CF	4 GB memory	-	-	-	1	-	2	8	-

Item	CF card	Memory	Backplane capacity	Switching capacity	Interface capacity	Assembly cabinet	Number of LPU slots	Number of MPU slots	Number of SFU slots	Maximum interface rate
	card Two CF cards on each MPU	on each MPU								
CCC-0	-	-	30 Tbit/s x 2 CLCs	6.4 Tbit/s x 2 CLCs (bidirectional)	3.2 Tbit/s x 2 CLCs	2	32	2 x 2 CLCs	4 x 2 CLCs	100 Gbit/s
CCC-1	-	-	30 Tbit/s x 4 CLCs	6.4 Tbit/s x 4 CLCs (bidirectional)	3.2 Tbit/s x 4 CLCs	5	64	MPUs on CLC: 2 x 4 CLCs MPUs on CCC: 2 x 1 CCCs	SFUs on CLC: 4 x 4 CLCs MPUs on CCC: 8 x 1 CCCs	100 Gbit/s
CCC-2	-	-	30 Tbit/s x 8 CLCs	6.4 Tbit/s x 8 CLCs (bidirectional)	3.2 Tbit/s x 8 CLCs	10	128	MPUs on CLC: 2 x 8 CLCs MPUs on CCC: 2 x 2 CCCs	SFUs on CLC: 4 x 8 CLCs MPUs on CCC: 8 x 2 CCCs	100 Gbit/s
Remarks	-	-	Bidirectional	Acceleration ratio: 2:1	Bidirectional	-	-	-	-	-

## Fixed Interface LPUs

Table 4-1 Fixed interface LPUs

Name	Remarks
10-Port 1000Base-SFP Optical Interface Line Processing Unit B	-
1-Port OC-48c/STM-16c POS-SFP Optical Interface Enhanced Line Processing Unit B	-
2-Port OC-48c/STM-16c POS-SFP Optical Interface Enhanced Line Processing Unit B	-
4-Port OC-48c/STM-16c POS-SFP Optical Interface Enhanced Line Processing Unit B	-
8-Port OC-3c/STM-1 POS-SFP Optical Interface Line Processing Unit B	-
4-Port OC-12c/STM-4c POS-SFP Optical Interface Line Processing Unit B	-
8-Port OC-12c/STM-4c POS-SFP Optical Interface Line Processing Unit B	-
1-Port OC-192c/STM-64c POS-XFP Optical Interface Line Processing Unit B	-
1-Port 10GBase LAN-XFP Optical Interface Line Processing Unit B	-
1-Port 10GBase WAN-XFP Optical Interface Line Processing Unit B	-
1-Port OC-192c/STM-64c POS Single-mode 1310nm 2km-LC	-

Name	Remarks
Optical Interface Line Processing Unit B	
1-Port OC-192c/STM-64c POS Single-mode 1550nm 40km-LC Optical Interface Line Processing Unit B	-
1-Port OC-192c/STM-64c POS Single-mode 1550nm 80km-LC Optical Interface Line Processing Unit B	-
1-Port 10GE LAN Single-mode 1310 nm 10 km-LC Optical Interface Line Processing Unit B	-
1-Port 10GE LAN Single-mode 1550 nm 40 km-LC Optical Interface Line Processing Unit B	-
1-Port 10GE WAN Single-mode 1310 nm 10 km-LC Optical Interface Line Processing Unit B	-
1-Port 10GE WAN Single-mode 1550 nm 40 km-LC Optical Interface Line Processing Unit B	-
20-Port 1000Base-SFP Optical Interface Line Processing Unit C	-
8-Port OC-48c/STM-16c POS-SFP Optical Interface Line Processing Unit C	-
2-Port OC-192c/STM-64c POS-XFP Optical Interface Line Processing Unit C	-
2-Port 10GBase LAN-XFP Optical Interface Line Processing Unit C	-
2-Port 10GBase WAN-XFP Optical Interface Line Processing Unit C	-
8-Port 10GBase LAN-XFP Line Processing Unit E	-
16-Port OC-3c/STM-1c POS-SFP Line Processing Unit E	-
8-Port OC-12c/STM-4c POS-SFP Line Processing Unit E	-
1-Port OC-192c/STM-64c POS-XFP Line Processing Unit E	-
2-Port OC-192c/STM-64c POS-XFP Line Processing Unit E	-
4-Port OC-192c/STM-64c POS-XFP Line Processing Unit E	-
1-Port OC-48c/STM-16c POS-SFP Line Processing Unit E	-
2-Port OC-48c/STM-16c POS-SFP Line Processing Unit E	-
4-Port OC-48c/STM-16c POS-SFP Line Processing Unit E	-
8-Port OC-48c/STM-16c POS-SFP Line Processing Unit E	-
1-Port 10GBase LAN-XFP Line Processing Unit E	-
1-Port 10GBase WAN-XFP Line Processing Unit E	-
2-Port 10GBase LAN-XFP Line Processing Unit E	-

Name	Remarks
2-Port 10GBase WAN-XFP Line Processing Unit E	-
4-Port 10GBase LAN-XFP Line Processing Unit E	-
4-Port 10GBase WAN-XFP Line Processing Unit E	-
10-Port 1000Base-X-SFP Line Processing Unit E	-
20-Port 1000Base-X-SFP Line Processing Unit E	-
1-Port 10GBase LAN-XFP Line Processing Unit E	-
2-Port 10GBase LAN-XFP and 4-Port OC-48c/STM-16c POS-SFP Optical Interface Line Processing Unit	-
2-Port 10GBase WAN-XFP and 4-Port OC-48c/STM-16c POS-SFP Optical Interface Line Processing Unit	-
4-Port OC-48c/STM-16c POS-SFP and 10-Port 1000Base-SFP Optical Interface Line Processing Unit	-
2-Port OC-192c/STM-64c POS-SFP and 4-Port OC-48c/STM-16c POS-SFP Optical Interface Line Processing Unit	-
2-Port OC-192c/STM-64c POS-XFP and 10-Port 1000Base-SFP Optical Interface Line Processing Unit	-
2-Port OC-192c/STM-64c POS-XFP and 2-Port 10GBase LAN-XFP Optical Interface Line Processing Unit	-
2-Port OC-192c/STM-64c POS-XFP and 2-Port 10Base WAN-XFP Optical Interface Line Processing Unit	-
4-Port 10GBase LAN-XFP Line Processing Unit E	-
4-Port 10GBase WAN-XFP Line Processing Unit E	-
4-Port OC-192c/STM-64c POS-XFP Line Processing Unit E	-
8-Port OC-48c/STM-16c POS-SFP Line Processing Unit E	-
40-port 1000Base-X-SFP Line Processing Unit	-
1-Port 40G POS Line Processing Unit M	-
1-Port 100GBase CFP Line Processing Unit (NE5000E LPUI-100)	-
10-Port 10GBase LAN/WAN-XFP Integrated Line Processing Unit (NE5000E LPUI-100)	-
20-Port 10GBase LAN/WAN-XFP Line Processing Unit(NE5000E LPUI-200)	-
2-Port 100GBase Line Processing Unit (NE5000E LPUI-200)	-
1-Port 100GBase + 10-port 10GBase LAN/WAN-SFP Line Processing Unit (NE5000E LPUI-200)	-

## LPUs for FPICs

**Table 4-2** LPUs for FPICs

LPU Name	Remarks
2-Port OC-192c/STM-64c POS/OTU2-XFP Flexible Card(Dynamic switch between POS and OTN)(CP100,1 sub-slot)	-
2-Port 10GBase LAN-XFP Flexible Card(CP100,1 sub-slot)	-
2-Port 10GBase LAN/WAN-XFP Flexible Card(CP100,1 sub-slot)	-
1-Port OC-768c/STM-256c POS-2KM-LC Flexible Card(CP100,2 sub-slots)	-
24-Port 100/1000Base-SFP Flexible Card(CP100,2 sub-slots)	-
5-Port 10GBase LAN/WAN-XFP Flexible Card(CP100,2 sub-slots)	-
5-Port 10GBase LAN-XFP Flexible Card(CP100,2 sub-slots)	-
1-Port 40GE Half-Width Flexible Interface Daughter Card	-

## MPLS TE

The MPLS TE technology integrates the MPLS technology with traffic engineering. It can reserve resources by setting up LSP tunnels for a specified path in an attempt to avoid network congestion and balance network traffic.

In the case of resource scarcity, MPLS TE can preempt bandwidth resources of the LSPs with low priorities. This meets the demands of the LSPs with large bandwidth or for important services. In addition, when an LSP fails or a node is congested, MPLS TE can protect the network communication through the backup path and the fast reroute (FRR) function.

MPLS TE provides the following functions:

- Processing various types of Constrained Route-Label Switched Paths (CR-LSPs)

CR-LSPs are classified into the following types:

- RSVP-TE
- Auto route

Auto routing works in either of the following modes:

IGP shortcut: An LSP is not advertised to neighboring routers. Therefore, the routers cannot use the LSP.

Forwarding adjacency: An LSP is advertised to neighboring routers. Therefore, the routers can use the LSP.

- FRR

The switching time of TE FRR can reach 50 ms. It can minimize data loss when network failures occur.

- Auto FRR

Auto FRR is an extension of MPLS TE FRR. You can create a bypass tunnel by configuring the attributes of the bypass tunnel, global auto FRR, and interface-based auto FRR on the primary tunnel. If the primary tunnel changes, the old bypass tunnel will be deleted automatically and a new bypass tunnel will be set up.

- CR-LSP backup

- The NE5000E series support the following backup modes:

- Hot backup: A backup CR-LSP is set up immediately after a primary CR-LSP has been set up. If the primary CR-LSP fails, MPLS TE switches traffic to the backup CR-LSP immediately.
- Common backup: A backup CR-LSP is set up when the primary CR-LSP fails.

- LDP over TE




On existing networks, not all devices support MPLS TE. Maybe only the core devices support TE whereas the edge devices use LDP. In this case, LDP over TE is introduced. LDP over TE indicates that a TE tunnel is considered as a hop of the entire LDP LSP.



## Anexo 2

### Especificaciones HP 5130




#### HPE FlexNetwork 5130 EI Switch Series

Specifications	 <b>HPE FlexNetwork 5130-24G-4SFP+ EI Switch (JG932A)</b>	 <b>HPE FlexNetwork 5130-24G-SFP-4SFP+ EI Switch (JG933A)</b>	 <b>HPE FlexNetwork 5130-48G-4SFP+ EI Switch (JG934A)</b>
<b>I/O ports and slots</b>	24 RJ-45 autosensing 10/100/1000 ports (IEEE 802.3 Type 10BASE-T, IEEE 802.3u Type 100BASE-TX, IEEE 802.3ab Type 1000BASE-T); Duplex: 10BASE-T/100BASE-TX: half or full; 1000BASE-T: full only  4 SFP+ fixed 1000/10000 SFP+ ports	16 SFP 100/1000 Mbps ports 8 SFP dual-personality ports—10/100/1000BASE-T RJ-45 or 100/1000BASE-X Combo Ports  4 SFP+ fixed 1000/10000 SFP+ ports	48 RJ-45 autosensing 10/100/1000 ports (IEEE 802.3 Type 10BASE-T, IEEE 802.3u Type 100BASE-TX, IEEE 802.3ab Type 1000BASE-T); Duplex: 10BASE-T/100BASE-TX: half or full; 1000BASE-T: full only  4 SFP+ fixed 1000/10000 SFP+ ports
<b>Additional ports and slots</b>	1 RJ-45 serial console port	1 RJ-45 serial console port	1 RJ-45 serial console port
<b>Power supplies</b>		2 power supply slots 1 minimum power supply required (ordered separately)	
<b>Physical characteristics</b>			
Dimensions	17.32(w) x 6.3(d) x 1.72(h) in. (44 x 16 x 4.36 cm) (1U height)	17.32(w) x 14.17(d) x 1.72(h) in. (44 x 36 x 4.36 cm) (1U height)	17.32(w) x 10.24(d) x 1.72(h) in. (44 x 26 x 4.36 cm) (1U height)
Weight	11.02 lb (5 kg)	17.64 lb (8 kg)	11.02 lb (5 kg)
<b>Memory and processor</b>	1 GB SDRAM, 512 MB flash; packet buffer size: 1.5 MB	1 GB SDRAM, 512 MB flash; packet buffer size: 1.5 MB	1 GB SDRAM, 512 MB flash; packet buffer size: 3 MB
<b>Mounting and enclosure</b>	Mounts in an EIA standard 19-inch telco rack or equipment cabinet (hardware included)	Mounts in an EIA standard 19-inch telco rack or equipment cabinet (hardware included)	Mounts in an EIA standard 19-inch telco rack or equipment cabinet (hardware included)
<b>Performance</b>			
1000 Mb Latency	< 5 µs	< 5 µs	< 5 µs
10 Gbps Latency	< 3 µs	< 3 µs	< 3 µs
Throughput	96 Mpps	96 Mpps	130.9 Mpps
Routing/Switching capacity	128 Gbps	128 Gbps	176 Gbps
Routing table size	512 entries (IPv4), 256 entries (IPv6)	512 entries (IPv4), 256 entries (IPv6)	512 entries (IPv4), 256 entries (IPv6)
MAC address table size	16384 entries IPv6 Ready Certified	16384 entries IPv6 Ready Certified	16384 entries IPv6 Ready Certified
<b>Environment</b>			
Operating temperature	23°F to 113°F (-5°C to 45°C)	23°F to 113°F (-5°C to 45°C)	23°F to 113°F (-5°C to 45°C)
Operating relative humidity	10% to 90%, noncondensing	10% to 90%, noncondensing	10% to 90%, noncondensing
Non-operating/Storage temperature	-40°F to 158°F (-40°C to 70°C)	-40°F to 158°F (-40°C to 70°C)	-40°F to 158°F (-40°C to 70°C)
Non-operating/Storage relative humidity	5% to 95%, noncondensing	5% to 95%, noncondensing	5% to 95%, noncondensing
Acoustic	High-speed fan: 39.7 dB; ISO 7779	Low-speed fan: 47.1 dB, High-speed fan: 50.7 dB; ISO 7779	Low-speed fan: 38.4 dB, High-speed fan: 47.0 dB; ISO 7779



Specifications (continued)	HPE FlexNetwork 5130-24G-4SFP+ EI Switch (JG932A)	HPE FlexNetwork 5130-24G-SFP-4SFP+ EI Switch (JG933A)	HPE FlexNetwork 5130-48G-4SFP+ EI Switch (JG934A)
<b>Electrical characteristics</b>			
Frequency	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz
Maximum heat dissipation	64/88 BTU/hr (67.52/92.84 kJ/hr)	102/204 BTU/hr (107.61/215.22 kJ/hr), for AC powered units. For DC powered units heat dissipation is 130 BTU/hr minimum, 232 BTU/ hr maximum.	130/153 BTU/hr (137.15/161.42 kJ/hr), for AC powered units. For DC powered units heat dissipation is 130 BTU/hr minimum, 171 BTU/ hr maximum.
AC voltage	100–240 VAC	100–240 VAC	100–240 VAC
DC voltage		–48 to –60 VDC	–48 to –60 VDC
Current	2 A	5 A	10 A
Maximum power rating	26 W	60 W	45 W
Idle power	19 W	30 W	38 W
Notes	Idle power is the actual power consumption of the device with no ports connected. Maximum power rating and maximum heat dissipation are the worst-case theoretical maximum numbers provided for planning the infrastructure with fully loaded PoE (if equipped), 100% traffic, all ports plugged in, and all modules populated.	Idle power is the actual power consumption of the device with no ports connected. Maximum power rating and maximum heat dissipation are the worst-case theoretical maximum numbers provided for planning the infrastructure with fully loaded PoE (if equipped), 100% traffic, all ports plugged in, and all modules populated. Power ratings for AC power supply indicated above. For DC input power, idle power is 38 W and maximum is 68 W. DC maximum input current is 8 A. Units are supplied without a power supply. Customer must buy 1 or 2 JD362B (AC) or JD366B (DC) power supply.	Idle power is the actual power consumption of the device with no ports connected. Maximum power rating and maximum heat dissipation are the worst-case theoretical maximum numbers provided for planning the infrastructure with fully loaded PoE (if equipped), 100% traffic, all ports plugged in, and all modules populated. Power ratings for AC power indicated above. Current used is 5 A maximum when DC power used. For DC input power, idle power is 38 W, maximum DC power used is 50 W. When supplemented with the use of an HPE RPS1600 or RPS 800 Redundant Power System, up to 54 W of DC power can be supplied. DC input voltage range is –48 to –60 VDC. Total DC input power is 36 W typical and 54 W maximum. DC input voltage range is –48 VDC to –60 VDC. DC input source is the HPE RPS1600 or RPS 800.
<b>Safety</b>	UL 60950-1; EN 60825-1 Safety of Laser Products-Part 1; EN 60825-2 Safety of Laser Products-Part 2; IEC 60950-1; CAN/ CSA-C22.2 No. 60950-1; Anatel; ULAR; GOST; EN 60950-1/A11; FDA 21 CFR Subchapter J; NOM; RoHS Compliance	UL 60950-1; EN 60825-1 Safety of Laser Products-Part 1; EN 60825-2 Safety of Laser Products-Part 2; IEC 60950-1; CAN/ CSA-C22.2 No. 60950-1; Anatel; ULAR; GOST; EN 60950-1/A11; FDA 21 CFR Subchapter J; NOM; RoHS Compliance	UL 60950-1; EN 60825-1 Safety of Laser Products-Part 1; EN 60825-2 Safety of Laser Products-Part 2; IEC 60950-1; CAN/ CSA-C22.2 No. 60950-1; Anatel; ULAR; GOST; EN 60950-1/A11; FDA 21 CFR Subchapter J; NOM; RoHS Compliance
<b>Emissions</b>	EMC Directive 2004/108/EC; FCC (CFR 47, Part 15) Class A; EN 61000-4-11:2004; ANSI C63.4-2009; EN 61000-3-3:2008; VCCI V-4/2012.04; EN 6100-3-2:2006+A1:2009+A2:2009; EN 61000-3-2:2006+A1:2009+A2:2009; EN 61000-4-3:2006; EN 61000-4-4:2012; EN 61000-4-5:2006; EN 61000-4-6:2009; AS/NZS CISPR 22:2009 Class A; CISPR 22:2008 Class A; EN 55022:2010 Class A; EN 61000-4-29:2000; CISPR 24:2010; EN 300 386 V1.6.1; VCCI V-3/2013.04 Class A	EMC Directive 2004/108/EC; FCC (CFR 47, Part 15) Class A; EN 61000-4-11:2004; ANSI C63.4-2009; EN 61000-3-3:2008; VCCI V-4/2012.04; EN 6100-3-2:2006+A1:2009+A2:2009; EN 61000-3-2:2006+A1:2009+A2:2009; EN 61000-4-3:2006; EN 61000-4-4:2012; EN 61000-4-5:2006; EN 61000-4-6:2009; AS/NZS CISPR 22:2009 Class A; CISPR 22:2008 Class A; EN 55022:2010 Class A; EN 61000-4-29:2000; CISPR 24:2010; EN 300 386 V1.6.1; VCCI V-3/2013.04 Class A	EMC Directive 2004/108/EC; FCC (CFR 47, Part 15) Class A; EN 61000-4-11:2004; ANSI C63.4-2009; EN 61000-3-3:2008; VCCI V-4/2012.04; EN 6100-3-2:2006+A1:2009+A2:2009; EN 61000-3-2:2006+A1:2009+A2:2009; EN 61000-4-3:2006; EN 61000-4-4:2012; EN 61000-4-5:2006; EN 61000-4-6:2009; AS/NZS CISPR 22:2009 Class A; CISPR 22:2008 Class A; EN 55022:2010 Class A; EN 61000-4-29:2000; CISPR 24:2010; EN 300 386 V1.6.1; VCCI V-3/2013.04 Class A
<b>Immunity</b>			
Generic	EN 55024	EN 55024	EN 55024
ESD	EN 300 386	EN 300 386	EN 300 386
<b>Management</b>	IMC—Intelligent Management Center; command-line interface; Web browser; SNMP Manager	IMC—Intelligent Management Center; command-line interface; Web browser; SNMP Manager	IMC—Intelligent Management Center; command-line interface; Web browser; SNMP Manager
<b>Services</b>	Refer to the Hewlett Packard Enterprise website at <a href="http://hpe.com/networking/services">hpe.com/networking/services</a> for details on the service-level descriptions and product numbers. For details about services and response times in your area, please contact your local Hewlett Packard Enterprise sales office.	Refer to the Hewlett Packard Enterprise website at <a href="http://hpe.com/networking/services">hpe.com/networking/services</a> for details on the service-level descriptions and product numbers. For details about services and response times in your area, please contact your local Hewlett Packard Enterprise sales office.	Refer to the Hewlett Packard Enterprise website at <a href="http://hpe.com/networking/services">hpe.com/networking/services</a> for details on the service-level descriptions and product numbers. For details about services and response times in your area, please contact your local Hewlett Packard Enterprise sales office.

## HPE 5130 EI Switch Series

Specifications (continued)	 <b>HPE FlexNetwork 5130-24G-PoE+-4SFP+ (370W) EI Switch (JG936A)</b>	 <b>HPE FlexNetwork 5130-48G-PoE+-4SFP+ (370W) EI Switch (JG937A)</b>	 <b>HPE FlexNetwork 5130-24G-2SFP+-2XGT EI Switch (JG938A)</b>
<b>I/O ports and slots</b>	24 RJ-45 autosensing 10/100/1000 ports (IEEE 802.3 Type 10BASE-T, IEEE 802.3u Type 100BASE-TX, IEEE 802.3ab Type 1000BASE-T); Duplex: 10BASE-T/100BASE-TX: half or full; 1000BASE-T: full only 4 SFP+ fixed 1000/10000 SFP+ ports	48 RJ-45 autosensing 10/100/1000 ports (IEEE 802.3 Type 10BASE-T, IEEE 802.3u Type 100BASE-TX, IEEE 802.3ab Type 1000BASE-T); Duplex: 10BASE-T/100BASE-TX: half or full; 1000BASE-T: full only 4 SFP+ fixed 1000/10000 SFP+ ports	24 RJ-45 autosensing 10/100/1000 ports (IEEE 802.3 Type 10BASE-T, IEEE 802.3u Type 100BASE-TX, IEEE 802.3ab Type 1000BASE-T); Duplex: 10BASE-T/100BASE-TX: half or full; 1000BASE-T: full only 2 SFP+ fixed 1000/10000 SFP+ ports 2 RJ-45 1/10GBASE-T ports
<b>Additional ports and slots</b>	1 RJ-45 Serial Console Port	1 RJ-45 Serial Console Port	1 RJ-45 Serial Console Port
<b>Physical characteristics</b>			
Dimensions	17.32(w) x 11.81(d) x 1.72(h) in. (44 x 30 x 4.37 cm) (1U height)	17.32(w) x 14.17(d) x 1.72(h) in. (44 x 36 x 4.36 cm) (1U height)	17.32(w) x 6.3(d) x 1.72(h) in. (44 x 16 x 4.37 cm) (1U height)
Weight	17.64 lb (8 kg)	17.64 lb (8 kg)	6.61 lb (3 kg)
<b>Memory and processor</b>	1 GB SDRAM, 512 MB flash; packet buffer size: 1.5 MB	1 GB SDRAM, 512 MB flash; packet buffer size: 3 MB	1 GB SDRAM; Packet buffer size: 1.5 MB, 512 MB flash
<b>Mounting and enclosure</b>	Mounts in an EIA standard 19-inch telco rack or equipment cabinet (hardware included)	Mounts in an EIA standard 19-inch telco rack or equipment cabinet (hardware included)	Mounts in an EIA standard 19-inch telco rack or equipment cabinet (hardware included)
<b>Performance</b>			
1000 Mb Latency	< 5 µs	< 5 µs	< 5 µs
10 Gbps Latency	< 3 µs	< 3 µs	< 3 µs
Throughput	96 Mpps	130.9 Mpps	up to 96 Mpps
Routing/Switching capacity	128 Gbps	176 Gbps	128 Gbps
Routing table size	512 entries (IPv4), 256 entries (IPv6)	512 entries (IPv4), 256 entries (IPv6)	512 entries (IPv4), 256 entries (IPv6)
MAC address table size	16384 entries IPv6 Ready Certified	16384 entries IPv6 Ready Certified	16384 entries IPv6 Ready Certified
<b>Environment</b>			
Operating temperature	23°F to 113°F (-5°C to 45°C)	23°F to 113°F (-5°C to 45°C)	23°F to 113°F (-5°C to 45°C)
Operating relative humidity	10% to 90%, noncondensing	10% to 90%, noncondensing	10% to 90%, noncondensing
Non-operating/Storage temperature	-40°F to 158°F (-40°C to 70°C)	-40°F to 158°F (-40°C to 70°C)	-40°F to 158°F (-40°C to 70°C)
Non-operating/Storage relative humidity	5% to 95%, noncondensing	5% to 95%, noncondensing	5% to 95%, noncondensing
Acoustic	Low-speed fan: 49.8 dB, High-speed fan: 52.9 dB; ISO 7779	Low-speed fan: 50.6 dB, High-speed fan: 54.6 dB; ISO 7779	Low-speed fan: 19 dB, High-speed fan: 44.5 dB; ISO 7779

Specifications (continued)	HPE FlexNetwork 5130-24G-PoE+-4SFP+ (370W) EI Switch (JG936A)	HPE FlexNetwork 5130-48G-PoE+-4SFP+ (370W) EI Switch (JG937A)	HPE FlexNetwork 5130-24G-2SFP+-2XGT EI Switch (JG938A)
<b>Electrical characteristics</b>			
Frequency	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz
Maximum heat dissipation	102/1569 BTU/hr (107.61/1655.29 kJ/hr), for AC power. For DC power minimum heat dissipation is 85 BTU/hr and maximum heat dissipation is 2695 BTU/hr.	160/1671 BTU/hr (168.8/1762.91 kJ/hr), for AC power. For DC power minimum heat dissipation is 147 BTU/hr and 3037 BTU/hr maximum.	68/116 BTU/hr (71.74/122.38 kJ/hr), for AC power.
AC voltage	100–240 VAC	100–240 VAC	100–240 VAC
DC voltage	-54 to -57 VDC	-54 to -57 VDC	
Current	10 A	10 A	2 A
Maximum power rating	460 W	490 W	34 W
Idle power	30 W	47 W	20 W
PoE power	370 W PoE+	370 W PoE+	
Notes	<p>Maximum power rating and maximum heat dissipation are the worst-case theoretical maximum numbers provided for planning the infrastructure with fully loaded PoE (if equipped), 100% traffic, all ports plugged in, and all modules populated.</p> <p>PoE power is the power supplied by the internal power supply. When supplemented with the use of an HPE RPS1600 Redundant Power System, up to 740 W of PoE+ can be supplied.</p> <p>Maximum current rating for DC power is 25 A. AC input power is 30 W typical, and 460 W maximum (including 370 W PoE+ consumption). DC input voltage range is -54 to -57 VDC. Total DC input power is 25 W typical and 790 W with 740 W PoE+ power consumption. DC input voltage range is -54 VDC to -57 VDC. DC input source is the HPE RPS1600.</p>	<p>Idle power is the actual power consumption of the device with no ports connected. Maximum power rating and maximum heat dissipation are the worst-case theoretical maximum numbers provided for planning the infrastructure with fully loaded PoE (if equipped), 100% traffic, all ports plugged in, and all modules populated.</p> <p>PoE power is the power supplied by the internal power supply. When supplemented with the use of an HPE RPS1600 Redundant Power System, up to 740 W of PoE+ can be supplied.</p> <p>Maximum current rating for DC power is 25 A. AC input power is 47 W typical, and 490 W maximum (including 370 W PoE+ consumption). DC input voltage range is -54 to -57 VDC. Total DC input power is 43 W typical and 890 W with 800 W PoE+ power consumption. DC input voltage range is -54 VDC to -57 VDC. DC input source is the HPE RPS1600.</p>	<p>Idle power is the actual power consumption of the device with no ports connected. Maximum power rating and maximum heat dissipation are the worst-case theoretical maximum numbers provided for planning the infrastructure with fully loaded PoE (if equipped), 100% traffic, all ports plugged in, and all modules populated.</p>
<b>Safety</b>			
	UL 60950-1; EN 60825-1 Safety of Laser Products-Part 1; EN 60825-2 Safety of Laser Products-Part 2; IEC 60950-1; CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1; Anatel; ULAR; GOST; EN 60950-1/A11; FDA 21 CFR Subchapter J; NOM; RoHS Compliance	UL 60950-1; EN 60825-1 Safety of Laser Products-Part 1; EN 60825-2 Safety of Laser Products-Part 2; IEC 60950-1; CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1; Anatel; ULAR; GOST; EN 60950-1/A11; FDA 21 CFR Subchapter J; NOM; RoHS Compliance	UL 60950-1; EN 60825-1 Safety of Laser Products-Part 1; EN 60825-2 Safety of Laser Products-Part 2; IEC 60950-1; CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1; Anatel; ULAR; GOST; EN 60950-1/A11; FDA 21 CFR Subchapter J; NOM; RoHS Compliance
<b>Emissions</b>			
	EMC Directive 2004/108/EC; FCC (CFR 47, Part 15) Class A; EN 61000-4-11:2004; ANSI C63.4-2009; EN 61000-3-3:2008; VCCI V-4/2012.04; EN 6100-3-2:2006+A1:2009+A2:2009; EN 61000-3-2:2006+A1:2009+A2:2009; EN 61000-4-3:2006; EN 61000-4-4:2012; EN 61000-4-5:2006; EN 61000-4-6:2009; AS/NZS CISPR 22:2009 Class A; CISPR 22:2008 Class A; EN 55022:2010 Class A; EN 61000-4-29:2000; CISPR 24:2010; EN 300 386 V1.6.1; VCCI V-3/2013.04 Class A	EMC Directive 2004/108/EC; FCC (CFR 47, Part 15) Class A; EN 61000-4-11:2004; ANSI C63.4-2009; EN 61000-3-3:2008; VCCI V-4/2012.04; EN 6100-3-2:2006+A1:2009+A2:2009; EN 61000-3-2:2006+A1:2009+A2:2009; EN 61000-4-3:2006; EN 61000-4-4:2012; EN 61000-4-5:2006; EN 61000-4-6:2009; AS/NZS CISPR 22:2009 Class A; CISPR 22:2008 Class A; EN 55022:2010 Class A; EN 61000-4-29:2000; CISPR 24:2010; EN 300 386 V1.6.1; VCCI V-3/2013.04 Class A	EMC Directive 2004/108/EC; FCC (CFR 47, Part 15) Class A; EN 61000-4-11:2004; ANSI C63.4-2009; EN 61000-3-3:2008; VCCI V-4/2012.04; EN 6100-3-2:2006+A1:2009+A2:2009; EN 61000-3-2:2006+A1:2009+A2:2009; EN 61000-4-3:2006; EN 61000-4-4:2012; EN 61000-4-5:2006; EN 61000-4-6:2009; AS/NZS CISPR 22:2009 Class A; CISPR 22:2008 Class A; EN 55022:2010 Class A; EN 61000-4-29:2000; CISPR 24:2010; EN 300 386 V1.6.1; VCCI V-3/2013.04 Class A

Specifications (continued)	HPE FlexNetwork 5130-24G-PoE+-4SFP+ (370W) EI Switch (JG936A)	HPE FlexNetwork 5130-48G-PoE+-4SFP+ (370W) EI Switch (JG937A)	HPE FlexNetwork 5130-24G-2SFP+-2XGT EI Switch (JG938A)
<b>Immunity</b>			
Generic	EN 55024	EN 55024	EN 55024
ESD	EN 300 386	EN 300 386	EN 300 386
<b>Management</b>	IMC—Intelligent Management Center; command-line interface; Web browser; SNMP Manager	IMC—Intelligent Management Center; command-line interface; Web browser; SNMP Manager	IMC—Intelligent Management Center; Command-line interface; Web browser; SNMP Manager
<b>Services</b>	Refer to the Hewlett Packard Enterprise website at <a href="http://hpe.com/networking/services">hpe.com/networking/services</a> for details on the service-level descriptions and product numbers. For details about services and response times in your area, please contact your local Hewlett Packard Enterprise sales office.	Refer to the Hewlett Packard Enterprise website at <a href="http://hpe.com/networking/services">hpe.com/networking/services</a> for details on the service-level descriptions and product numbers. For details about services and response times in your area, please contact your local Hewlett Packard Enterprise sales office.	Refer to the Hewlett Packard Enterprise website at <a href="http://hpe.com/networking/services">hpe.com/networking/services</a> for details on the service-level descriptions and product numbers. For details about services and response times in your area, please contact your local Hewlett Packard Enterprise sales office.

## HPE 5130 EI Switch Series

Specifications (continued)	HPE FlexNetwork 5130-48G-2SFP+-2XGT EI Switch (JG939A)	HPE FlexNetwork 5130-24G-PoE+-2SFP+-2XGT (370W) EI Switch (JG940A)	HPE FlexNetwork 5130-48G-PoE+-2SFP+-2XGT (370W) EI Switch (JG941A)
<b>I/O ports and slots</b>	48 RJ-45 autosensing 10/100/1000 ports (IEEE 802.3 Type 10BASE-T, IEEE 802.3u Type 100BASE-TX, IEEE 802.3ab Type 1000BASE-T); Duplex: 10BASE-T/100BASE-TX: half or full; 1000BASE-T: full only 2 SFP+ fixed 1000/10000 SFP+ ports 2 RJ-45 1/10GBASE-T ports	24 RJ-45 autosensing 10/100/1000 ports (IEEE 802.3 Type 10BASE-T, IEEE 802.3u Type 100BASE-TX, IEEE 802.3ab Type 1000BASE-T); Duplex: 10BASE-T/100BASE-TX: half or full; 1000BASE-T: full only 2 SFP+ fixed 1000/10000 SFP+ ports 2 RJ-45 1/10GBASE-T ports	48 RJ-45 autosensing 10/100/1000 ports (IEEE 802.3 Type 10BASE-T, IEEE 802.3u Type 100BASE-TX, IEEE 802.3ab Type 1000BASE-T); Duplex: 10BASE-T/100BASE-TX: half or full; 1000BASE-T: full only 2 SFP+ fixed 1000/10000 SFP+ ports 2 RJ-45 1/10GBASE-T ports
<b>Additional ports and slots</b>	1 RJ-45 serial console port	1 RJ-45 serial console port	1 RJ-45 serial console port
<b>Physical characteristics</b>			
Dimensions	17.32(w) x 10.63(d) x 1.72(h) in. (44 x 27 x 4.37 cm) (1U height)	17.32(w) x 14.17(d) x 1.72(h) in. (44 x 36 x 4.37 cm) (1U height)	17.32(w) x 16.54(d) x 1.72(h) in. (44 x 42 x 4.37 cm) (1U height)
Weight	11.02 lb (5 kg)	13.23 lb (6 kg)	15.43 lb (7 kg)
<b>Mounting and enclosure</b>	Mounts in an EIA standard 19-inch telco rack or equipment cabinet (hardware included)	Mounts in an EIA standard 19-inch telco rack or equipment cabinet (hardware included)	Mounts in an EIA standard 19-inch telco rack or equipment cabinet (hardware included)
<b>Performance</b>			
1000 Mb Latency	< 5 µs	< 5 µs	< 5 µs
10 Gbps Latency	< 3 µs	< 3 µs	< 3 µs
Throughput	up to 130.9 Mpps	up to 96 Mpps	up to 130.9 Mpps
Routing/Switching capacity	176 Gbps	128 Gbps	176 Gbps
Routing table size	512 entries (IPv4), 256 entries (IPv6)	512 entries (IPv4), 256 entries (IPv6)	512 entries (IPv4), 256 entries (IPv6)
MAC address table size	16384 entries IPv6 Ready Certified	16384 entries IPv6 Ready Certified	16384 entries IPv6 Ready Certified
<b>Environment</b>			
Operating temperature	23°F to 113°F (-5°C to 45°C)	23°F to 113°F (-5°C to 45°C)	23°F to 113°F (-5°C to 45°C)
Operating relative humidity	10% to 90%, noncondensing	10% to 90%, noncondensing	10% to 90%, noncondensing
Non-operating/Storage temperature	-40°F to 158°F (-40°C to 70°C)	-40°F to 158°F (-40°C to 70°C)	-40°F to 158°F (-40°C to 70°C)
Non-operating/Storage relative humidity	5% to 95%, noncondensing	5% to 95%, noncondensing	5% to 95%, noncondensing
Acoustic	Low-speed fan: 43.1 dB, High-speed fan: 53.4 dB; ISO 7779	Low-speed fan: 37.3 dB, High-speed fan: 47.1 dB; ISO 7779	Low-speed fan: 47.3 dB, High-speed fan: 50 dB; ISO 7779

Specifications (continued)	HPE FlexNetwork 5130-48G-2SFP+2XGT EI Switch (JG939A)	HPE FlexNetwork 5130-24G-PoE+2SFP+2XGT (370W) EI Switch (JG940A)	HPE FlexNetwork 5130-48G-PoE+2SFP+2XGT (370W) EI Switch (JG941A)
<b>Electrical characteristics</b>			
Frequency	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz
Maximum heat dissipation	122/184 BTU/hr (128.71/194.12 kJ/hr), for AC power. For DC power min heat dissipation is 122 BTU/hr and 184 BTU/hr max.	105/1450 BTU/hr (159.3/1529.75 kJ/hr), for AC power. For DC Power 68 BTU/hr and max heat dissipation is 2627.3 BTU/hr	147/1603 BTU/hr (155.08/1691.17 kJ/hr), for AC power. For DC power min heat dissipation is 102 BTU/hr and max heat dissipation is 3105 BTU/hr
AC Voltage	100–240 VAC, rated (depending on power supply chosen)	100–240 VAC, rated (depending on power supply chosen)	100–240 VAC, rated (depending on power supply chosen)
DC Voltage	-48 to -60 VDC	-54 to -57 VDC	-54 to -57 VDC
Current	2 A	10 A	10 A
Maximum power rating	54 W	425 W	470 W
Idle Power	36 W	31 W	43 W
PoE Power		370 W PoE+	370 W PoE+
Notes	Power ratings for AC power indicated above. Current used is 5 A Max when DC Power used. When supplemented with the use of an HPE RPS1600 or RPS800 Redundant Power System, up to 54 W of DC power can be supplied. DC input voltage range is -48 to -60 VDC. Total DC input power is 36 W typical and 54 W maximum. DC input voltage range is -48 VDC to -60 VDC. DC input source is the HPE RPS1600 or RPS800.	PoE Power is the power supplied by the internal power supply. When supplemented with the use of an HPE RPS1600 Redundant Power System, up to 740 W of PoE+ can be supplied. Max current rating for DC power is 25 A. AC Input power is 31 W typical, and 425 W max (including 370 W PoE+ consumption). DC Input voltage range is -54 to -57 VDC. Total DC input power is 20 W typical and 770 W with 740 W PoE+ Power consumption. DC Input Source is the HPE RPS1600.	PoE Power is the power supplied by the internal power supply. When supplemented with the use of an HPE RPS1600 Redundant Power System, up to 740 W of PoE+ can be supplied. Max current rating for DC power is 25 A. AC Input power is 43 W typical, and 470 W max (including 370 W PoE+ consumption). DC Input voltage range is -54 to -57 VDC. Total DC input power is 30 W typical and 910 W with 800 W PoE+ Power consumption. DC Input Source is the HPE RPS1600.
<b>Safety</b>	UL 60950-1; EN 60825-1 Safety of Laser Products-Part 1; EN 60825-2 Safety of Laser Products-Part 2; IEC 60950-1; CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1; Anatel; ULAR; GOST; EN 60950-1/A11; FDA 21 CFR Subchapter J; NOM; RoHS Compliance	UL 60950-1; EN 60825-1 Safety of Laser Products-Part 1; EN 60825-2 Safety of Laser Products-Part 2; IEC 60950-1; CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1; Anatel; ULAR; GOST; EN 60950-1/A11; FDA 21 CFR Subchapter J; NOM; RoHS Compliance	UL 60950-1; EN 60825-1 Safety of Laser Products-Part 1; EN 60825-2 Safety of Laser Products-Part 2; IEC 60950-1; CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1; Anatel; ULAR; GOST; EN 60950-1/A11; FDA 21 CFR Subchapter J; NOM; RoHS Compliance
<b>Emissions</b>	EMC Directive 2004/108/EC; FCC (CFR 47, Part 15) Class A; EN 61000-4-11:2004; ANSI C63.4-2009; EN 61000-3-3:2008; VCCI V-4/2012.04; EN 6100-3-2:2006+A1:2009+A2:2009; EN 61000-3-2:2006+A1:2009+A2:2009; EN 61000-4-3:2006; EN 61000-4-4:2012; EN 61000-4-5:2006; EN 61000-4-6:2009; AS/NZS CISPR 22:2009 Class A; CISPR 22:2008 Class A; EN 55022:2010 Class A; EN 61000-4-29: 2000; CISPR 24:2010; EN 300 386 V1.6.1; VCCI V-3/2013.04 Class A	EMC Directive 2004/108/EC; FCC (CFR 47, Part 15) Class A; EN 61000-4-11:2004; ANSI C63.4-2009; EN 61000-3-3:2008; VCCI V-4/2012.04; EN 6100-3-2:2006+A1:2009+A2:2009; EN 61000-3-2:2006+A1:2009+A2:2009; EN 61000-4-3:2006; EN 61000-4-4:2012; EN 61000-4-5:2006; EN 61000-4-6:2009; AS/NZS CISPR 22:2009 Class A; CISPR 22:2008 Class A; EN 55022:2010 Class A; EN 61000-4-29: 2000; CISPR 24:2010; EN 300 386 V1.6.1; VCCI V-3/2013.04 Class A	EMC Directive 2004/108/EC; FCC (CFR 47, Part 15) Class A; EN 61000-4-11:2004; ANSI C63.4-2009; EN 61000-3-3:2008; VCCI V-4/2012.04; EN 6100-3-2:2006+A1:2009+A2:2009; EN 61000-3-2:2006+A1:2009+A2:2009; EN 61000-4-3:2006; EN 61000-4-4:2012; EN 61000-4-5:2006; EN 61000-4-6:2009; AS/NZS CISPR 22:2009 Class A; CISPR 22:2008 Class A; EN 55022:2010 Class A; EN 61000-4-29: 2000; CISPR 24:2010; EN 300 386 V1.6.1; VCCI V-3/2013.04 Class A
<b>Immunity</b>			
Generic	EN 55024	EN 55024	EN 55024
ESD	EN 300 386	EN 300 386	EN 300 386
<b>Management</b>	IMC—Intelligent Management Center; Command-line interface; Web browser; SNMP Manager	IMC—Intelligent Management Center; Command-line interface; Web browser; SNMP Manager	IMC—Intelligent Management Center; Command-line interface; Web browser; SNMP Manager
<b>Services</b>	Refer to the Hewlett Packard Enterprise website at <a href="http://hpe.com/networking/services">hpe.com/networking/services</a> for details on the service-level descriptions and product numbers. For details about services and response times in your area, please contact your local Hewlett Packard Enterprise sales office.	Refer to the Hewlett Packard Enterprise website at <a href="http://hpe.com/networking/services">hpe.com/networking/services</a> for details on the service-level descriptions and product numbers. For details about services and response times in your area, please contact your local Hewlett Packard Enterprise sales office.	Refer to the Hewlett Packard Enterprise website at <a href="http://hpe.com/networking/services">hpe.com/networking/services</a> for details on the service-level descriptions and product numbers. For details about services and response times in your area, please contact your local Hewlett Packard Enterprise sales office.



## Standards and protocols

(applies to all products in series)

<b>IP Multicast</b>	RFC 1112 IGMPv1 RFC 3376 IGMPv3		
<b>Device management</b>	RFC 1157 SNMPv1/v2c RFC 1305 NTPv3 RFC 2573 (SNMPv3 Applications)	RFC 2819 (RMON groups Alarm, Event, History, and Statistics only) RFC 3416 (SNMP Protocol Operations v2) HTML and Telnet management	Multiple Configuration Files SNMPv3 and RMON RFC support SSHv1/SSHv2 Secure Shell TACACS/TACACS+ Web UI
<b>General protocols</b>	IEEE 802.1ad Q-in-Q IEEE 802.1ak Multiple Registration Protocol (MRP) and Multiple VLAN Registration Protocol (MVRP) IEEE 802.1AX—2008 Link Aggregation IEEE 802.1D MAC Bridges IEEE 802.1p Priority IEEE 802.1Q VLANs IEEE 802.1s Multiple Spanning Trees IEEE 802.1w Rapid Reconfiguration of Spanning Tree IEEE 802.1X PAE IEEE 802.3 Type 10BASE-T IEEE 802.3ab 1000BASE-T IEEE 802.3ac VLAN Tagging Extension IEEE 802.3ad Link Aggregation Control Protocol (LACP) IEEE 802.3ae 10-Gigabit Ethernet IEEE 802.3af Power over Ethernet IEEE 802.3at Power over Ethernet Plus IEEE 802.3az Energy Efficient Ethernet IEEE 802.3i 10BASE-T IEEE 802.3u 100BASE-X IEEE 802.3x Flow Control IEEE 802.3z 1000BASE-X RFC 768 UDP RFC 783 TFTP Protocol (revision 2) RFC 791 IP RFC 792 ICMP RFC 793 TCP RFC 826 ARP RFC 854 TELNET RFC 855 Telnet Option Specification RFC 894 IP over Ethernet RFC 950 Internet Standard Subnetting Procedure	RFC 951 BOOTP RFC 1027 Proxy ARP RFC 1042 IP Datagrams RFC 1071 Computing the Internet Checksum RFC 1123 Requirements for Internet Hosts RFC 1213 Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based Internet RFC 1305 NTPv3 RFC 1350 TFTP Protocol (revision 2) RFC 1519 CIDR RFC 1533 DHCP Options and BOOTP Vendor Extensions RFC 1812 IPv4 Routing RFC 1866 Hypertext Markup Language—2.0 RFC 2131 DHCP RFC 2236 IGMP Snooping RFC 2462 IPv6 Stateless Address Auto-configuration RFC 2474 Definition of the Differentiated Services Field (DS Field) in the IPv4 and IPv6 Headers RFC 2475 Architecture for Differentiated Services RFC 2597 Assured Forwarding PHB Group RFC 2616 HTTP Compatibility v1.1 RFC 2665 Definitions of Managed Objects for the Ethernet-like Interface Types RFC 2668 Definitions of Managed Objects for IEEE 802.3 Medium Attachment Units (MAUs) RFC 2865 Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS) RFC 2866 RADIUS Accounting RFC 3246 Expedited Forwarding PHB RFC 3414 User-based Security Model (USM) for version 3 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv3)	RFC 3415 View-based Access Control Model (VACM) for the Simple Network Management Protocol (SNMP) RFC 3416 Protocol Operations for SNMP RFC 3418 Management Information Base (MIB) for the Simple Network Management Protocol (SNMP) RFC 3576 Ext to RADIUS (CoA only) RFC 3587 IPv6 Global Unicast Address Format RFC 3810 Multicast Listener Discovery Version 2 (MLDv2) for IPv6 RFC 4213 Basic IPv6 Transition Mechanisms RFC 4291 IP Version 6 Addressing Architecture RFC 4541 Considerations for Internet Group Management Protocol (IGMP) and Multicast Listener Discovery (MLD) Snooping Switches RFC 4575 A Session Initiation Protocol (SIP) Event Package for Conference State RFC 4675 RADIUS VLAN & Priority RFC 5095 Deprecation of Type 0 Routing Headers in IPv6 802.1r—GARP Proprietary Attribute Registration Protocol (GPRP)
<b>IPv6</b>	RFC 1981 IPv6 Path MTU Discovery RFC 2460 IPv6 Specification RFC 2461 IPv6 Neighbor Discovery RFC 2463 ICMPv6 RFC 2464 Transmission of IPv6 over Ethernet Networks RFC 3162 RADIUS and IPv6	RFC 3306 Unicast-Prefix-based IPv6 Multicast Addresses RFC 3315 DHCPv6 (client and relay) RFC 3484 Default Address Selection for IPv6 RFC 3736 Stateless Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) Service for IPv6	RFC 4291 IP version 6 Addressing Architecture RFC 4293 MIB for IP RFC 4443 ICMPv6 RFC 4861 IPv6 Neighbor Discovery RFC 4862 IPv6 Stateless Address Auto-configuration
<b>MIBs</b>	RFC 1212 Concise MIB Definitions RFC 1213 MIB-II RFC 1493 Bridge MIB RFC 1757 Remote Network Monitoring MIB RFC 2096 IP Forwarding Table MIB RFC 2233 Interface MIB RFC 2571 SNMP Framework MIB RFC 2572 SNMP-MPD MIB	RFC 2573 SNMP-Notification MIB RFC 2573 SNMP-Target MIB RFC 2574 SNMP USM MIB RFC 2618 RADIUS Authentication Client MIB RFC 2620 RADIUS Accounting Client MIB RFC 2665 Ethernet-like-MIB RFC 2668 802.3 MAU MIB RFC 2674 802.1p and IEEE 802.1Q Bridge MIB	RFC 2737 Entity MIB (version 2) RFC 2819 RMON MIB RFC 2863 The Interfaces Group MIB RFC 2925 Ping MIB RFC 3414 SNMP-user-based-SM MIB RFC 3415 SNMP-view-based-ACM MIB RFC 3418 MIB for SNMPv3 RFC 3621 Power Ethernet MIB
<b>Network management</b>	IEEE 802.1AB Link Layer Discovery Protocol (LLDP) RFC 2579 Textual Conventions for SMiv2	RFC 2819 four groups of RMON: 1 (statistics), 2 (history), 3 (alarm), and 9 (events)	ANSI/TIA-1057 LLDP Media Endpoint Discovery (LLDP-MED) SNMPv1/v2c/v3
<b>Security</b>	IEEE 802.1X Port-based Network Access Control RFC 1492 TACACS+ RFC 2138 RADIUS Authentication	RFC 2139 RADIUS Accounting RFC 2865 RADIUS (client only) RFC 2866 RADIUS Accounting RFC 3260 New Terminology and Clarifications for DiffServ	Secure Sockets Layer (SSL) SSHv2 Secure Shell